

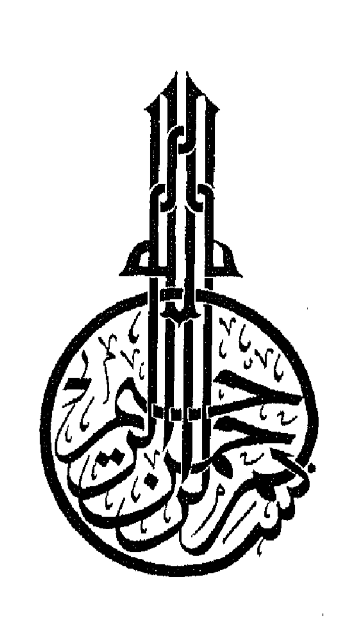
المدخل إلى المبيدات وتقويم مخاطر استخدامها

تأليف

أ. د . خالد أحمد محمد عثمان
د . سليمان بن محمد الرحياني

كلية الزراعة والطب البيطري
جامعة القصيم

النشر العلمي والترجمة
١٤٢٨هـ / ٢٠٠٧م


بسم الله الرحمن الرحيم

المدخل إلى المبيدات
و
تقويم مخاطر استخدامها

تأليف

أ. د. خالد أحمد محمد عثمان — أستاذ كيمياء وسمية المبيدات

د. سليمان محمد الرحياني — أستاذ مشارك أمراض النبات النيماتودية

قسم إنتاج النبات ووقايته - كلية الزراعة والطب البيطري
جامعة القصيم - بريدة

جامعة القصيم

إدارة النشر العلمي والترجمة

Qassim University

بريدة - ص.ب. ٦٦٦٦ - ٥١٤٥٢

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

عثمان، خالد أحمد محمد

المدخل إلى المبيدات وتقويم مخاطر استخدامها. / خالد أحمد محمد عثمان؛ سليمان محمد الرحياني. بريدة، ١٤٢٨هـ

٤٩٦ ص؛ ١٧× ٢٤ سم.

ردمك : ٧-١-٩٩٠١-٩٩٦٠

١- مبيدات الآفات ٢-السموم أ- الرحياني، سليمان محمد (مؤلف مشارك) ب- العنوان

ديوي ٥٧٤,٢٤ ١٤٢٨/١٩٥٤

رقم الإيداع : ١٤٢٨/١٩٥٤

ردمك : ٧-١-٩٩٠١-٩٩٦٠

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق على نشره بعد اطلاعه على تقارير المحكمين، وعلى موافقة لجنة النشر بالمجلس في اجتماعها الثاني للعام الدراسي ١٤٢٥/ ١٤٢٦هـ، الموافق ٣٠/ ٥/ ٢٠٠٥م.

المحتويات

الصفحة

تمهيد .... ق

الفصل الأول : التطور التاريخي لاستخدام المبيدات وصناعتها

(١ , ١) مقدمـة عن مكافحــة الآفـات ١

(٢ , ١) تعريف الآفة Pest ٣

(٣ , ١) أصل ونشوء مكافحة الآفات ٤

(٤ , ١) أهمية استخدام المبيدات في مكافحة الآفات ٥

(٥ , ١) تطور اكتشاف المبيدات ١٠

(٦ , ١) الاعتبارات الواجب مراعاتها عند استخدام المبيدات في مكافحة الآفات ١٥

(٧ , ١) أضرار استخدام المبيدات ١٦

الفصل الثاني : مستحضرات المبيدات وطرق تطبيقها

(١ , ٢) مقدمة ٢١

(٢ , ٢) تجهيز المستحضرات Formulation ٢٢

(٣ , ٢) مستحضرات المبيدات ٢٢

(١ , ٣ , ٢) المستحضرات السائلة ٢٣

(٢ , ٣ , ٢) المستحضرات الجافة ٢٤

(٣, ٣, ٢) المستحضرات الأخرى ٢٧
(٤, ٣, ٢) طرق تطبيق المبيدات ٢٨
(٥, ٣, ٢) الشروط الواجب مراعاتها لنجاح عملية مكافحة الآفات ٣٢
(٦, ٣, ٢) اختيار آلات المكافحة ٣٣

الفصل الثالث : المبيدات الحشرية

(١, ٣) مقدمة ٣٥
(٢, ٣) أسس تقسيم المبيدات الحشرية.. ٣٦
(٣, ٣) المبيدات غير العضوية ٣٧
(١, ٣, ٣) مركبات الزرنيخ ٣٨
(٢, ٣, ٣) مركبات الفلور.. ٣٩
(٣, ٣, ٣) مركبات الفوسفور غير العضوية.. ٤٠
(٤, ٣, ٣) الزيوت المعدنية والبترولية ٤٠
(٥, ٣, ٣) المساحيق القاتلة بالجفاف ٤١
(٦, ٣, ٣) مركبات البورون ٤١
(٧, ٣, ٣) مركبات الثاليوم، الأنتيمون والسيلينيم ٤١
(٤, ٣) الزيوت ٤١
(١, ٤, ٣) مصادر الزيوت ٤٢
(٢, ٤, ٣) المواصفات القياسية للزيوت المستخدمة كمبيدات آفات ٤٣
(٣, ٤, ٣) استخدامات زيوت الرش ٤٥
(٤, ٤, ٣) آلية التأثير السام للزيوت المعدنية ٤٥
(٥, ٤, ٣) تجهيزات الزيوت التجارية المتاحة في الأسواق.. ٤٦
(٥, ٣) المبيدات ذات الأصل النباتي ٤٧
(١, ٥, ٣) البيرثرينات ٤٧

(٢ , ٥ , ٣) الروتينون والروتينويدز ٥٠
(٣ , ٥ , ٣) النيكوتين ٥٢
(٤ , ٥ , ٣) مركبات مستخرجة من نباتات الريانا ٥٤
(٦ , ٣) الهيدروكربونات المكلورة ٥٤
(١ , ٦ , ٣) مركب DDT ٥٤
(٢ , ٦ , ٣) مشتقات مركب DDT ٥٧
(٣ , ٦ , ٣) العلاقة بين التركيب الكيماوي لمركب DDT ومشتقاته والسمية ... ٥٩
(٤ , ٦ , ٣) اللندين وسادس كلوريد البنزين ٦٠
(٥ , ٦ , ٣) المركبات الحلقية الكلورنية ثنائية عدم التشبع ٦٣
(٦ , ٦ , ٣) آلية إحداث الفعل السام للهيدروكربونات المكلورة ٦٧
(٧ , ٣) مبيدات الفوسفور العضوية ٦٨
(١ , ٧ , ٣) مقدمة ٦٨
(٢ , ٧ , ٣) تسمية المركبات الفسفورية ٦٩
(٣ , ٧ , ٣) تقسيم مركبات الفوسفور العضوية ٧٠
(١ , ٣ , ٧ , ٣) مركبات الفوسفور العضوية غير الجهازية ٧١
أولاً : إسترات الفوسفات العضوية الأليفاتية ٧١
ثانياً : إسترات الفسفور العضوية الأروماتية ٧٧
ثالثاً : إسترات الفوسفور العضوية الحلقية غير المتجانسة ٨٤
(٢ , ٣ , ٧ , ٣) مبيدات الفوسفور الجهازية ٨٨
أولاً : مبيدات الفوسفور الجهازية النباتية ٨٨
ثانياً : مبيدات الفوسفور الجهازية الحيوانية ٩٣
(٨ , ٣) مبيدات الكاربامات ٩٥
(١ , ٨ , ٣) مقدمة ٩٥

(٢, ٨, ٣) الصفات المميزة لمركبات الكاربامات ٩٦
(٣, ٨, ٣) أقسام مركبات الكاربامات ٩٧
(٤, ٨, ٣) مركبات ن، ن- ثاني ميثايل كاربامات ٩٧
(٥, ٨, ٣) مركبات الفينايل كاربامات ٩٨
(٦, ٨, ٣) مجموعة مركبات الأوكسيم كاربامات ١٠٢
(٩, ٣) البيرثرينات المصنعة (البيرثرويدات) ١٠٥
(١, ٩, ٣) التطور التاريخي للبيرثرينات المصنعة ١٠٥
(٢, ٩, ٣) الصفات الأساسية للبيرثرينات الطبيعية والمصنعة ١٠٦
(٣, ٩, ٣) تركيب البيرثرينات المصنعة ١٠٦
(١, ٣, ٩, ٣) المركبات التي لا تحتوي على مجموعة ألفا-سيانو.. ١٠٤
(٢, ٣, ٩, ٣) المركبات التي تحتوي على مجموعة ألفا-سيانو ١١٠

الفصل الرابع : المبيدات الفطرية

(١, ٤) طرق قياس التأثير السام للمبيدات على الفطريات ١١٤
(٢, ٤) تقسيم المبيدات الفطرية على حسب التركيب الكيميائي ١١٥
(١, ٢, ٤) المبيدات الفطرية غير العضوية ١١٥
(١, ١, ٢, ٤) مركبات النحاس.................................. ١١٥
(٢, ١, ٢, ٤) الكبريت ومركباته غير العضوية ١١٩
(٣, ١, ٢, ٤) مركبات الزئبق غير العضوية ١٢٠
(٢, ٢, ٤) المبيدات الفطرية العضوية ١٢١
(١, ٢, ٢, ٤) مركبات الزئبق العضوية ١٢١
(٢, ٢, ٢, ٤) مجموعة الألدهيدات والكيتونات ١٢٣
(٣, ٢, ٢, ٤) مركبات الكبريت العضوية ١٢٤
أولاً : مركبات ثاني ثيوكاربامات والثيرام ١٢٤

ثانياً : مشتقات الإيثلين لثنائي ثاني كاربامات ١٢٨
ثالثاً : مركب الكابتان ومجموعته ١٣٢
رابعاً : مركبات الكبريت ثنائية الفينايل ١٣٤
خامساً : مركبات الثيوسيانات ١٣٤
سادساً : السلفون أميد ١٣٥
(٤ , ٢ , ٢ , ٤) المركبات الحلقية غير المتجانسة ١٣٥
(٥ , ٢ , ٢ , ٤) المضادات الحيوية ١٣٦
(٦ , ٢ , ٢ , ٤) مبخرات التربة ١٣٨
(٧ , ٢ , ٢ , ٤) المبيدات الفطرية الجهازية ١٤١
(٨ , ٢ , ٢ , ٤) مركبات من مجاميع أخرى ١٤٨

الفصل الخامس : مبيدات الحشائش

(١ , ٥) مقدمة ١٥٣
(٢ , ٥) أسس تقسيم مبيدات الحشائش ١٥٥
(١ , ٢ , ٥) التقسيم تبعاً للخواص.................................. ١٥٥
(٢ , ٢ , ٥) التقسيم تبعاً لآلية التأثير السام ١٥٦
(٣ , ٢ , ٥) التقسيم تبعاً لموعد التطبيق............................ ١٥٦
(٤ , ٢ , ٥) التقسيم تبعاً للتركيب الكيميائي ١٥٦
(١ , ٤ , ٢ , ٥) مبيدات الحشائش غير العضوية ١٥٧
(٢ , ٤ , ٢ , ٥) مبيدات الحشائش العضوية المعدنية ١٦١
أولاً : مشتقات الزئبق ١٦١
ثانياً : مشتقات الزرنيخ ١٦١
ثالثاً : مشتقات حامض الفوسفوريك ١٦٣
(٣ , ٤ , ٢ , ٥) مبيدات الحشائش العضوية ١٦٤

أولاً : المبيدات العامة أو غير المتخصصة ١٦٤
ثانياً : المبيدات الاختيارية المستخدمة في مكافحة الحشائش عريضة الأوراق ١٧٤
ثالثاً : المبيدات الاختيارية المستخدمة في مكافحة الحشائش رفيعة الأوراق ١٨٣

الفصل السادس : مبيدات الآفات الحيوانية اللافقارية

(٦,١) مبيدات الأكاروس ١٩٣
(٦,١,١) مقدمة ١٩٣
(٦,١,٢) تقسيم مبيدات الأكاروس ١٩٤
(٦,١,٢,١) المركبات المحتوية على مجاميع ثنائية الفينايل ١٩٤
(٦,١,٢,٢) مركبات القصدير العضوية ١٩٨
(٦,١,٢,٣) مركبات الكبريت ٢٠٠
(٦,١,٢,٤) المركبات النيتروجينية ٢٠١
(٦,١,٢,٥) مبيدات الأكاروس الحيوية ٢٠٣
(٦,١,٢,٦) البيرثرينات المصنعة ٢٠٦
(٦,١,٢,٧) الزيوت البترولية ٢٠٩
(٦,٢) مبيدات النيماتودا ٢٠٩
(٦,٢,١) مقدمة ٢٠٩
(٦,٢,٢) تقسيم مبيدات النيماتودا ٢١١
(٦,٢,٢,١) مبخرات التربة ٢١٢
أولاً : المبخرات متعددة الأغراض ٢١٣
ثانياً : مبخرات النيماتودا ٢١٥
(٦,٢,٢,٢) مبيدات النيماتودا غير المبخرات ٢١٧

أولاً : مبيدات الفوسفور العضوية ٢١٧
ثانياً : مبيدات الكاربامات ٢٢١
ثالثاً : مبيدات نيماتودية أخرى ٢٢١
(٦,٣) مبيدات القواقع ٢٢١
(٦,٣,١) مقدمة ٢٢١
(٦,٣,٢) تقسيم مبيدات القواقع ٢٢٢
(٦,٣,٢,١) مبيدات القواقع غير العضوية ٢٢٢
(٦,٣,٢,٢) مبيدات القواقع العضوية ٢٢٣

الفصل السابع : مبيدات الآفات الحيوانية الفقارية

(٧,١) الأهمية الاقتصادية للقوارض ٢٢٧
(٧,٢) علامات الإصابة بالفئران ٢٢٩
(٧,٣) أضرار القوارض ٢٢٩
(٧,٤) طرق مكافحة القوارض ٢٣٠
(٧,٤,١) الطرق الوقائية ٢٣١
(٧,٤,٢) الطرق العلاجية ٢٣٢
(٧,٤,٢,١) الطرق الحيوية ٢٣٢
(٧,٤,٢,٢) الطرق الكيميائية ٢٣٣
(٧,٥) تقسيم مبيدات القوارض ٢٣٤
(٧,٥,١) المبيدات سريعة المفعول أو المبيدات حادة السمية ٢٣٤
(٧,٥,١,١) المركبات غير العضوية ٢٣٤
(٧,٥,١,٢) مبيدات من أصل نباتي ٢٣٦
(٧,٥,١,٣) المبيدات العضوية للقوارض ٢٣٨
(٧,٥,١,٤) المبخرات المستخدمة في مكافحة الفئران ٢٤٢

(٢, ٥, ٧) المبيدات مانعة التجلط أو المبيدات بطيئة المفعول............ ٢٤٣
(١, ٢, ٥, ٧) المبيدات التابعة لمجموعة الكيومارين ٢٤٤
أولاً : مركبات الجيل الأول ٢٤٤
ثانياً : مركبات الجيل الثاني ٢٤٧
(٢, ٢, ٥, ٧) المبيدات التابعة لمجموعة الإنداندايون ٢٤٩
(٦, ٧) آلية إحداث الفعل السام للمبيدات مانعة التجلط ٢٥٢
(٧, ٧) صور استخدام مبيدات القوارض ٢٥٢

الفصل الثامن : التحكم المتكامل لآفات النخيل

(١, ٨) مقدمة ٢٥٥
(٢, ٨) طرق التحكم المتكامل لآفات النخيل ٢٥٥
(١, ٢, ٨) الطرق الوقائية ٢٥٦
(١, ١, ٢, ٨) الحجر الزراعي............ ٢٥٦
(٢, ١, ٢, ٨) العمليات الزراعية ٢٥٦
(٢, ٢, ٨) المكافحة الكيماوية ٢٥٨
(١, ٢, ٢, ٨) الوقاية ٢٥٨
(٢, ٢, ٢, ٨) الطرق العلاجية ٢٥٩
(٣, ٢, ٨) دور الإرشاد والتدريب ٢٦٠

الفصل التاسع : استراتيجيات مكافحة الجراد

(١, ٩) الأهمية الاقتصادية للجراد ٢٦١
(٢, ٩) ما هو الجراد ؟ ٢٦٧
(٣, ٩) حملات وخطط مكافحة الجراد ٢٦٩
(٤, ٩) معوقات مكافحة الجراد ٢٧١

(٩, ٥) عمليات مكافحة الجراد ٢٧٣
(٩, ٦) طرق مكافحة الجراد ٢٧٤
(٩, ٦, ١) المكافحة الميكانيكية ٢٧٤
(٩, ٦, ٢) المكافحة الكيميائية ٢٧٥
(٩, ٦, ٢, ١) الطعوم السامة ٢٧٥
(٩, ٦, ٢, ٢) التعفير ٢٧٥
(٩, ٦, ٢, ٣) الرش ٢٧٦
أولاً : محاليل الرش المائية ٢٧٧
ثانياً : الرش بالحجم المتناهي في الصغر ٢٧٧
(٩, ٧) اختيار المبيدات ٢٨٠
(٩, ٧, ١) مبيدات الجراد التقليدية ٢٨١
(٩, ٧, ١, ١) الهيدروكربونات المكلورة ٢٨١
(٩, ٧, ١, ٢) مركبات الفوسفور العضوية ٢٨١
(٩, ٧, ١, ٣) مركبات الكاربامات ٢٨٢
(٩, ٧, ١, ٤) البيروثرويدات ٢٨٢
(٩, ٧, ١, ٥) مخاليط المبيدات ٢٨٢
(٩, ٨) الاتجاهات الحديثة في مكافحة الجراد واستخدام بدائل المبيدات التقليدية .. ٢٨٣
(٩, ٨, ١) المركبات ذات الأصل النباتي ٢٨٣
(٩, ٨, ٢) منظمات النمو الحشرية ٢٨٣
(٩, ٨, ٣) الفرمونات ٢٨٤
(٩, ٨, ٤) المبيدات الميكروبية ٢٨٤
(٩, ٨, ٥) المبيدات الكيميائية الجديدة ٢٨٥
(٩, ٩) استراتجيات الرش بالحجم المتناهي في الصغر ٢٨٨

(١ , ٩ , ٩) رش مجموعات الحوريات المفردة.......................... ٢٨٨

(٢ , ٩ , ٩) رش التجمعات أو الكتل ٢٨٩

(٣ , ٩ , ٩) الرش في حواجز ضد مجموعات الحوريات ٢٨٩

(٤ , ٩ , ٩) رش أسراب الجراد المستقرة................................. ٢٨٩

(٥ , ٩ , ٩) رش الأسراب الطائرة ٢٩٠

الفصل العاشر : السمية العصبية المتأخرة لمركبات الفوسفور العضوية : تحفيزها والوقاية منها

(١ , ١٠) مقدمة ٢٩١

(٢ , ١٠) خصائص السمية العصبية المتأخرة ٢٩٣

(٣ , ١٠) توزيع أنزيم السمية العصبية المتأخرة ٢٩٩

(٤ , ١٠) الدور الوظيفي لأنزيم السمية العصبية المتأخرة ٣٠١

(٥ , ١٠) أنزيم السمية العصبية المتأخرة كأحد الأنزيمات الجديدة ٣٠٢

(٦ , ١٠) دور أنزيم السمية العصبية المتأخرة في حدوث السمية العصبية المتأخرة ٣٠٣

(٧ , ١٠) الآليات الكيموحيوية للسمية العصبية المتأخرة: مجموعة الأحداث المتعلقة بتحوير الأنزيم نتيجة تثبيطه بمركبات الفوسفور العضوية ٣٠٧

(٨ , ١٠) العلاقة بين التركيب الكيماوي والقدرة على حث السمية العصبية المتأخرة ٣١٠

(٩ , ١٠) علاقة النوع باختلاف الحساسية للسمية العصبية المتأخرة ٣١٩

(١٠ , ١٠) علاقة العمر باختلاف الحساسية للسمية العصبية المتأخرة ... ٣٢٢

(١١ , ١٠) الوقاية من و تعزيز السمية العصبية المتأخرة ٣٢٤

(١ , ١١ , ١٠) الوقاية من السمية العصبية المتأخرة ٣٢٤

(٢ , ١١ , ١٠) تعزيز السمية العصبية المتأخرة ٣٢٦

(٣ , ١١ , ١٠) التعرف على هدف تعزيز السمية ووصفه........... ٣٢٩

(١٢ , ١٠) التنبؤ بالسمية العصبية المتأخرة ٣٣٣

الفصل الحادي عشر : تقييم مخاطر المبيدات للإنسان والبيئة

(١ , ١١) مقدمة ٣٣٧
(٢ , ١١) المصطلحات الشائعة الاستخدام في مجال تقييم مخاطر المبيدات ٣٣٨
(٣ , ١١) مكونات تقييم المخاطر ٣٤٠
(١ , ٣ , ١١) التعرف على الضرر ٣٤٢
(١ , ١ , ٣ , ١١) كوارث التسمم نتيجة التعرض الوظيفي وغير الوظيفي للمبيدات ٣٤٢
(٢ , ١ , ٣ , ١١) السمية الخلوية للمبيدات ٣٤٣
أولاً : التأثيرات السرطانية ٣٤٣
ثانياً : التأثير على التكاثر والتطور ٣٤٥
ثالثاً : التأثيرات السلوكية العصبية ٣٤٧
رابعاً : التأثير على الجهاز المناعي ٣٤٨
(٢ , ٣ , ١١) تقييم العلاقة بين الجرعة والاستجابة ٣٤٩
(١ , ٢ , ٣ , ١١) العناصر الأساسية لتقييم العلاقة بين الجرعة والاستجابة .. ٣٤٩
(٢ , ٢ , ٣ , ١١) اختبارات السمية في حيوانات التجارب للاستفادة بها في تقييم المخاطر على الإنسان ٣٥١
(٣ , ٣ , ١١) تقييم التعرض ٣٥٣
(١ , ٣ , ٣ , ١١) التعرض الغذائي للمبيدات ٣٥٤
(٢ , ٣ , ٣ , ١١) المعلم الحيوي لتقييم الخطر ٣٥٨
(٣ , ٣ , ٣ , ١١) حركية المبيدات وعلاقتها بتقييم الخطر ٣٦١
(٤ , ٣ , ١١) وصف الخطر ٣٦٥
(١ , ٤ , ٣ , ١١) تأثير المبيدات على الكائنات الحية غير المستهدفة ٣٦٥
(٢ , ٤ , ٣ , ١١) العوامل الداخلية والخارجية المؤثرة على الخطر للإنسان .. ٣٦٨

(٣, ٤, ٣, ١١) التعرض للمخاليط ٣٧٠
(٤, ١١) متطلبات تنظيم بيانات الأمان للمبيدات ٣٧١
الملاحق
الملحق الأول : معدلات استخدام المبيدات الموصى بها لمكافحة الجراد الصحراوي وسرعة فعلها........................ ٣٧٣
الملحق الثاني : مستويات الضرر وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية (WHO)........................ ٣٧٤
الملحق الثالث : تقسيم السمية الحادة للمبيدات تبعاً لتصنيف وكالة حماية البيئة الأمريكية........................ ٣٧٤
الملحق الرابع : مقاييس وصف التأثيرات الضارة للمبيدات على الحشرات النافعة........................ ٣٧٥
المراجع
أولاً : المراجع العربية ٣٧٧
ثانياً : المراجع الأجنبية ٣٧٩
قائمة باسماء الشركات المنتجة للمبيدات و المنتجات الزراعية........................ ٣٩٣
ثبت المصطلحات
أولاً : عربي - إنجليزي ٤٣٣
ثانياً : إنجليزي - عربي........................ ٤٥٧
كشاف الموضوعات........................ ٤٧٧

تمهيد

بسم الله و الصلاة و السلام على أشرف المرسلين محمد بن عبدالله وعلى آله وصحبه أجمعين.

﴿ ٱلْحَمْدُ لِلَّهِ ٱلَّذِى هَدَىٰنَا لِهَٰذَا وَمَا كُنَّا لِنَهْتَدِىَ لَوْلَآ أَنْ هَدَىٰنَا ٱللَّهُ ﴾

يرجع استخدام المواد الكيميائية لمكافحة الآفات إلى العصور اليونانية و الرومانية حيث ذكر الشاعر الروماني هوميروس Homer أهمية التدخين الناتج عن حرق الكبريت، كما ذكر بليني Pliny في كتاب التاريخ الطبيعي عام ٧٠م أهمية استخدام الزرنيخ كمبيد حشري واستخدام مادة الصودا وزيت الزيتون لمعاملة بذور البقوليات. وفي القرن السادس عشر استخدم الصينيون مركبات الزرنيخ كمبيدات حشرية وبعدها بفترة ليست بطويلة استخدموا النيكوتين في صورة مستخلصات نبات الدخان. وفي القرن التاسع عشر استخدم البيرثرم والصابون لمكافحة الحشرات، وكذلك مركبات الزئبق العضوية لمعاملة البذور. وفي الفترة ما بين الحربين العالمتين الأولى والثانية استخدم القطران لمكافحة بيض المن على الأشجار. وفي عام ١٩٣٩م وخلال الحرب العالمية الثانية اكتشف مبيد DDT في سويسرا وبعض مركبات الفوسفور العضوية في ألمانيا. وفي عام ١٩٤٥م تم اكتشاف أول مبيد كارباماتي في بريطانيا، ثم تلا ذلك تطوير صناعة المبيدات الكارباماتية. وخلال الفترة من ١٩٥٠-١٩٥٥م تم اكتشاف مبيدات اليوريا بالولايات المتحدة الأمريكية، بينما تم اكتشاف عدد قليل من المركبات باستثناء بعض مبيد الحشائش خلال الفترة ١٩٦٠-١٩٦٥م. وفي عام ١٩٧٠م تم إنشاء وكالة حماية البيئة الأمريكية EPA والمسئولة عن تسجيل المبيدات. ويعتبر الربع الأخير من القرن العشرين هو عصر البيرثرينات المصنعة.

ومن المعروف أن استخدام و تطبيق المبيدات يمثل ٣٪ من قيمة سوق المحاصيل الزراعية وهذه القيمة العالية تصرف لتقيل الضرر الناشيء عن الآفات، علاوة على الأمراض التي تنقلها للإنسان ومن هنا أصبحت المبيدات ضرورة ملحة لتوفير الغذاء والكساء ووقاية الإنسان. ولذلك وجب علينا أن نعرف ما هي المبيدات، متى وكيف تستخدم، كيف تحدث تأثيرها السام، ما هو تأثيرها على الإنسان والحيوان والكائنات الحية حتى نحصل على مكافحة جيدة مع تحقيق أمان بيئي عالي.

هذا ويعتبر علم المبيدات من العلوم متعددة التخصصات ويمكن لقارئ هذا المؤلف أن يحصل عليها من الخلفيات العلمية المختلفة. وعلى الرغم من أن هذا المؤلف مقدمة في علم المبيدات والذي يخدم طلاب مرحلة البكالوريوس فقد راعا المؤلفان أن تكون الخلفية العلمية لهذا المؤلف ذات درجة معقولة من التعمق بدون إخلال، إلا أن المتخصصين في المجلات الأخرى قد يستعينوا بهذا المؤلف لزيادة معارفهم.

ونظرا لاهتمام معظم المراجع العربية المؤلفة و المترجمة تقريباً بالمبيدات من ناحية تركيبها الكيميائي ولم تتطرق إلى استخداماتها الحقلية ولا إلى تقويم مخاطر استخداماتها على الإنسان و بيئته إلا القليل منها و لذا اهتم المؤلفان بسرد أهم المعلومات التي تخص المبيدات من ناحية التركيب الكيميائي، الاسم الكيميائي، الاسم التجاري، آلية أو ميكانيكية إحداث الفعل السام، الاستخدامات الحقلية، صور التجهيزات، السمية للثدييات و فترة بقائها في التربة الزراعية. كما اهتم المؤلفان بالمكافحة المتكاملة لأهم الآفات التي تهاجم أشجار النخيل كأهم أحد المحاصيل الاقتصادية في المملكة العربية السعودية وكذلك الاستراتجيات الخاصة بمكافحة الجراد أهم الآفات على الإطلاق. وقد تم تزويد هذا المؤلف بقائمة من المصطلحات العلمية باللغة الإنجليزية مع ترجمتها لتسهيل الفهم لغير المتخصصين. وقد فضل المؤلفان الاختصار والتبسيط بقدر المستطاع مع تجنب الإسهاب حتى يسهل للقاريء المتخصص وغير المتخصص الاستفادة بقدر المستطاع من هذه المعلومات ونرجو من الله عز وجل أن يخدم هذا المؤلف طلاب كليات الزراعة في مرحلة البكالوريوس والماجستير والمعاهد الزراعية والمزارعين، وكذلك المهتمين بمجال وقاية النبات. وقد عمد المؤلفان إلى توثيق جيد للمعلومات بالمراجع الحديثة للرجوع

إليها من قبل طلاب الدراسات العليا والباحثين. والجدير بالذكر إنه لا يمكن تغطية كل شيء عن المبيدات في هذا المؤلف بسبب كثرة المعلومات المراد تغطيتها. ونرجو من الله أن يكون هذا الكتاب إثراء للمكتبة العربية وأن يجعل هذا العمل في ميزان حسناتنا. فإن أصبنا فمن عند الله وإن أخطئنا فمن أنفسنا. ربنا لا تؤاخذانا إن نسينا أو أخطئنا.

ويعلن المؤلفان بأنهما غير مسئولان بأي حال من الأحوال عن تطبيق أو استخدام لأي من المبيدات المذكورة في هذا المؤلف ولا يضمنان الموقف الحالي من حيث تسجيل هذه المبيدات لاستخداماتها في دولة بعينها على محصول ما لمكافحة آفة ما حيث أن هذه المركبات المستخدمة في عمليات المكافحة تتغير من سنة لأخرى، علاوة مراجعتها سنوياً من قبل الجهات المختصة. كما أن المؤلفان قد ذكرا التجهيزات المتوفرة تجارياً و التي تختص بإنتاجها بعض الشركات وهذا لا يعني أنهما يزكيان استخدام تجهيزات ومنتجات هذه الشركات.

ويود المؤلفان التعبير عن خالص شكرهم لجامعة القصيم وعلى رأسهم معالي مدير الجامعة الأستاذ الدكتور/ خالد الحمودي، وكذلك سعادة وكيل الجامعة للدراسات العليا والبحث العلمي الأستاذ الدكتور / صالح الدامغ، للموافقة على طبع هذا المؤلف كأول كتاب تصدره جامعة القصيم في مجال وقاية النبات، والشكر موصول أيضاً لسعادة الأستاذ الدكتور / عبدالرحمن الحميد عميد كلية الزراعة والطب البيطري ولقسم إنتاج النبات ووقايته - كلية الزراعة والطب البيطري - جامعة القصيم على التشجيع المتواصل، كما لا يفوتنا أن نشكر إدارة النشر العلمي والترجمة بالجامعة لتبنيها طباعة الكتاب وإخراجه بأفضل صورة تليق باسم الجامعة ومكانتها العلمية.

ويرحب المؤلفان كل الترحيب باقتراحات وملاحظات وتصويبات القراء الأعزاء على أمل استدراجها في المستقبل إن شاء الله تعالى.

والله ولي التوفيق.

المؤلفان

الفصل الأول

التطور التاريخي لاستخدام المبيدات وصناعتها

• مقدمة عن مكافحة الآفات • تعريف الآفة • أصل ونشوء مكافحة الآفات • أهمية استخدام المبيدات في مكافحة الآفات • تطور اكتشاف المبيدات • الاعتبارات الواجب مراعاتها عند استخدام المبيدات في مكافحة الآفات • أضرار استخدام المبيدات

(١ , ١) مقدمة عن مكافحة الآفات

يعود تاريخ استخدام المبيدات على الآفات الزراعية والحشرات التي تنقل الأمراض للإنسان وللحيوان إلى ما قبل الميلاد. ويعتبر الكبريت من أوائل المواد الكيميائية في هذا المجال بواسطة التبخير لمكافحة الحشرات في المنازل عام ١٠٠٠ قبل الميلاد وقد مر الإنتاج الزراعي عبر العصور بمراحل مختلفة من حيث الوسائل المستخدمة بالزراعة، ولغاية الثلث الأول من القرن العشرين كان الإنتاج الزراعي في أغلبيته تقليدياً ولم تكن المبيدات الكيميائية العضوية المصنعة معروفة. وفي أواخر الأربعينات بدأت الزراعة تتحول إلى الزراعة الكثيفة الأمر الذي أحدث تحولاً جذرياً في الوسائل المتبعة، وبالتالي ازداد الاعتماد على المبيدات لزيادة الإنتاج من مختلف المحاصيل الحقلية والخضار والفاكهة تم تصنيع المبيدات الكيميائية المصنعة بكميات كبيرة وأصبحت في متناول المزارعين وبأسعار زهيدة مقارنة بالمبيدات ذات الأصل النباتي التي كانت مستعملة في ذلك الوقت، علاوة على فعاليتها العالية بتركيزات منخفضة مقارنة بالمركبات غير العضوية. وفي عام ١٩٥١م تم تصنيع المبيدات الكارباماتية والتي أثبتت فاعليتها في مكافحة الحشرات، الأمر الذي ساهم في الاعتماد عليها واستخدامها على نطاق

واسع. ولا بد هنا من ذكر تاريخ مبيد DDT، إذ أن من قام بتحضير هذا المركب أول مرة كان طالب يدعى زيدلر Zeidler والذي كان يدرس الكيمياء الأحيائية في جامعة ستراسبورج حيث حصل على شهادة الدكتوراه في الكيمياء عام ١٨٧٣م ولكنه لم يعلم أي شيء عن فاعلية هذا المركب، وقد أمضى بقية حياته يعمل صيدلياً في فيينا. وفي عام ١٩٣٩م أعاد موللر Müller تصنيع DDT في سويسرا، واكتشف فاعليته كمبيد ونال جائزة نوبل في عام ١٩٤٨م على هذا الاكتشاف. ولأول مرة في التاريخ حصل الإنسان على سلاح فتاك ضد الآفات الناقلة للأمراض التي كانت تقتل الملايين من البشر. وقد استخدم مبيد DDT على نطاق واسع خلال الحرب العالمية الثانية ونجح في استئصال مرضى التيفوس والملاريا في إيطاليا من خلال القضاء على حشرتي القمل والبعوض. ونتيجة استخدام مركب DDT لمكافحة البعوض الناقل لجرثومة الملاريا انخفض عدد الإصابات بالملاريا عام ١٩٣٣م من ٦ مليون فرد إلى ٢,٥ مليون في عام ١٩٦٥م ثم إلى مليون فرد عام ١٩٩١م.

وفي بادئ الأمر لم يكن هناك وعي كافٍ لأخطار مركبات الكلور العضوية على صحة الإنسان والحيوان والبيئة، إلا أن الاهتمام بهذا الموضوع بدأ بعد صدور كتاب الربيع الصامت عام ١٩٦٢م ومن بعده كتاب المبيدات والطبيعة الحية. ومن الثابت أن مركبات الكلور العضوية تبقى في البيئة لسنوات عديدة وتذوب في المواد الدهنية و لذا فهي تتجمع وتتراكم في الأنسجة الدهنية لدى الإنسان والحيوان وتدخل في السلسلة الغذائية فتزداد متبقياتها في الكائنات الحية حسب تدرجها في السلسلة الغذائية. وقد أوضحت بعض الدراسات أجريت في كاليفورنيا في الخمسينات على مركبات الكلور العضوية أن نسبة تركيز مبيد DDT في الطيور زادت عن طريق السلسلة الغذائية إلى ٨٠٠٠٠ ضعف على النسبة الموجودة في المياه. أما مبيدات الفوسفور العضوية و الكاربامات فهي خطرة على الإنسان والحيوان نظراً لتأثيرها على الجهاز العصبي، فضلاً عن أن سمية بعضها مرتفعة جداً. وفي السبعينات بدأ تصنيع مركبات البيروثرويدات والتي تتميز بأنها تؤثر على أنواع مختلفة من الحشرات و انخفاض سميتها للثدييات وسرعة تحللها، إلا إنها تقضي على

الحشرات النافعة والضارة في الوقت نفسه. ويعتقد عدد من العلماء أن الاستخدام المكثف للبيريثرويدات قد ساهم في الإخلال بالتوازن البيئي بين بعض الآفات الحشرية وأعدائها الطبيعية، الأمر الذي أدّى إلى التكاثر الهائل لهذه الآفات، ومشكلة الذبابة البيضاء حالياً في العالم هي أحسن مثل على ذلك. وفي عام ١٩٧٣م صدر أول قرار بمنع استخدام مبيد DDT في الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا ومن المفارقات أن السويد التي منحت جائزة نوبل لـلعالم موللر على اكتشافه فاعلية DDT كانت أول دولة تمنع استخدامه ثم تلا ذلك إيقاف عدد كبير من مبيدات الكلور العضوية، الفوسفور العضوية و الكاربامات نظراً إلى خطورتها، فضلاً عن أن بعضاً منها قد يسبب أمراضاً سرطانية. أما الوضع في البلدان النامية فإن عدداً من المبيدات المحظورة لا تزال تستخدم في العديد من هذه البلدان، إضافة إلى أن المزارع يفتقد الوعي الكافي عن أخطار المبيدات. وفي السبعينيات من القرن العشرين بدأت فكرة استخدام الإدارة المتكاملة للآفات بالانتشار في البلدان المتطورة (Integrated Pest Management, IPM) وقد طبقت عملية الإدارة المتكاملة للآفات بنجاح على عدد من الآفات الحشرية وذلك لتقليل الاعتماد على المبيدات.

(٢ , ١) تعريف الآفة Pest

عرف العالم Conway عام ١٩٦٨م الآفة Pest بإنها عبارة عن كائن حي يسبب أضرار للإنسان وممتلكاته بطريقة مباشرة أو غير مباشرة. وتسبب هذه الأضرار نقصاً في قيمة وكمية و مصادر و مقومات حياة الإنسان الهامة نتيجة التأثير على إنتاجية ونوعية المحاصيل المختلفة والمواد الغذائية والألياف أو تهدم المنازل نتيجة مهاجمة النمل الأبيض أو إتلاف الملابس والمنسوجات نتيجة مهاجمة العثة وكذلك من خلال نقل مسببات الأمراض أو إحداث خلل في النظام البيئي. وتشمل الآفات كل من الحشرات Insects، الحلم Mites، القراد Ticks، النيماتودا Nematodes ، الفطريات Fungi، البكتريا Bacteria، الفيروسات Viruses، الحشائش Weeds، الطحالب Algae، القوارض Rodents، الطيور Birds، الرخويات Molluscs والقشريات Crustaceans.

وتسبب الآفات حوالي ٥٠ ٪ فقد في المحاصيل الزراعية وفقا لإحصائيات منظمة الأغذية والزراعة (FAO, 1967). وتعتبر الحشرات من أخطر الآفات حيث يوجد من بين مليون نوعاً من الحشرات حوالي ١٠ آلاف نوعا من الحشرات كآفات هامة على المحاصيل والحيوانات النافعة والإنسان والمنتجات المخزونة، كما يوجد من بين ٣٠٠٠٠ نوع من الحشائش حوالي ١٨٠٠ نوع من الحشائش تسبب أضراراً اقتصاديةً. كما بلغ عدد الأمراض النباتية المتسببة عن الفطريات والمسجلة بأمريكا حوالي ١٠٠,٠٠٠ مرض تتسبب بواسطة ٨٠٠٠ نوع من النيماتودا منها أكثر من ١٠٠٠ نوع تسبب خسائر فادحة و٢٥٠ نوعاً من الفيروسات و ١٦٠ نوعا من البكتيريا. وتقوم هذه الآفات بإتلاف حوالي ثلث الإنتاج العالمي من المحاصيل الغذائية سواء أثناء موسم النمو أو الحصاد أو التخزين حيث تكون الخسائر فادحة بالدول النامية عن الدول المتقدمة. فعلى سبيل المثال تبلغ نسبة الفاقد في المنتجات الزراعية الناشئة عن الآفات حوالي ٤٠٪ في دول أمريكا اللاتينية بينما في الولايات المتحدة تبلغ الخسائر حوالي ٣٠٪ بما يعادل ٣٣بليون دولار سنويا حيث بلغت خسائر القطن فقط عام ١٩٩٥م حوالي ١,٦ بليون دولار نتيجة الإصابة الحشرية.

(١,٣) أصل ونشوء مكافحة الآفات Genesis of Pest Control

أدخل الإنسان من قديم الزمان العديد من الوسائل بغرض حماية المحاصيل من الآفات الضارة فقد استخدم القدماء المصريين بصل العنصل Red Squill في مكافحة الفئران، كما استخدم السوماريون عام ٢٥٠٠ قبل الميلاد مركبات الكبريت لمكافحة الحشرات والحلم. وفي عام ١٥٠٠ قبل الميلاد تمكن الصينيون من استخراج المبيدات الحشرية من مصادر نباتيه بغرض حماية بذور النباتات من الإصابة الحشرية. وفي عام ٣٠٠ بعد الميلاد أدخلت المفترسات لمكافحة الخنافس الثاقبة لأشجار الفاكهة ثم استخدم الصينيون الزرنيخ عام ٩٠٠ بعد الميلاد لمكافحة الآفات بالحدائق. وقد تميز النصف الثاني من القرن التاسع عشر

وأوائل القرن العشرين بحدوث نهضة كبيرة في مجال مكافحة الآفات حيث تم إنشاء العديد من محطات التجارب والبحوث الزراعية في مختلف بلدان العالم وبدأ العلماء في اكتشاف الأسس البيولوجية لطرق مكافحة الآفات، كما حدثت عمليات التنظيم والتحكم في البيئة الخاصة بالآفات على أسس وقواعد بيئية تتكامل مع طرق ووسائل المكافحة الأخرى مثل ظهور الأصناف النباتية المقاومة، المكافحة الحيوية، الطرق الزراعية، استخدام منظمات النمو الحشرية ووسائل أخرى عديدة و نتيجة لهذه المجهودات ظهرت فلفسة التحكم المتكامل للآفات (Integrated Pest Management IPM) في منتصف السبعينات.

(١ , ٤) أهمية استخدام المبيدات في مكافحة الآفات

مما لا شك فيه تعتبر المبيدات جزءاً مكملاً للإنتاج الزراعي حيث تساعد في زيادة إنتاج الغذاء وتحقيق عائد اقتصادي مجز للمزارع فهي تعتبر إحدى المدخلات التكنولوجية لزيادة الإنتاج الزراعي شأنها في ذلك شأن المدخلات الزراعية الأخرى مثل التسميد والميكنة الزراعية وغيرها. ومن المعروف إنه في السنوات الأخيرة صار حوالي ٥٦٪ من سكان العالم يعانون من نقص الغذاء وتزداد هذه النسبة إلى حوالي ٧٩٪ في دول العالم الثالث، ومع زيادة سكان العالم زيادة مضطردة إلى ٦ بليون نسمة في عام ١٩٩٩م ومن المتوقع ليزيد عام ٢٠٢٥م إلى أكثر من ٨ بليون نسمة تطلب الأمر زيادة الإنتاج الزراعي لتوفير الغذاء والكساء والاعتماد على المبيدات. و لتأكيد دور و أهمية استخدام المبيدات يكفي أن نشير أن الفقد في الإنتاج الزراعي في الولايات المتحدة الأمريكية بسبب الإصابة بالآفات ٣٤٪ في الستينات. وفيما يتعلق بالصحة العامة كان لاستخدام المبيدات في مكافحة البعوض دور فعال لتقليل عدد المصابين بالملاريا. كذلك من أسباب تزايد استخدام المبيدات هو زيادة العائد من استخدام المبيدات حيث أن إنفاق كل دولار من قبل المزارع الأمريكي يؤدي إلى توفير ٣ دولارات بينما وصلت هذه النسبة إلى ١:٦ في بريطانيا بينما في الدول النامية ١:١٥ , ١. والجدير بالذكر أن الفقد في

الإنتاج لن يوقف نهائياً ولكن يمكن تقليل حدوثه ما أمكن ذلك وليست المبيدات هي السبيل الوحيد لذلك ولكنها أحد العوامل، علاوة على انتخاب الأصناف المقاومة، الزراعة في الميعاد المناسب، إجراء العمليات الزراعية المناسبة، استخدام المكافحة الحيوية ... إلى آخره من العوامل.

وحاليا تستخدم المبيدات عالمياً على نطاق واسع حيث يوجد حوالي ٢١٠٠٠ منتج من مبيدات الآفات تحتوي ٨٦٠ مادة فعالة (م.ف) active ingredient حيث تمثل المبيدات من حجم التجارة العالمية بما يعادل تقريباً حوالي ٣٧بليون دولار حيث وجد أن ٨٥٪ من قيمة هذه المبيدات تستخدم في القطاع الزراعي بمفرده، بينما ١٠٪ منها تستخدم في برامج الصحة العامة، أما النسبة المتبقية (٥٪) فتستخدم في مكافحة الآفات داخل المباني مثل المصانع، المستشفيات والمطارات. وتختلف كميات المبيدات المستخدمة من بلد لأخرى تبعاً لنوع الآفات المنتشرة والمحاصيل المزروعة. فبلد مثل ماليزيا تستخدم حوالي ٧٥٪ من إجمالي المبيدات المستخدمة لمكافحة الحشائش، بينما المبيدات الحشرية فتمثل ١٣٪، أما الفلبين فإن المبيدات الحشرية المستخدمة تمثل٥٥٪ من إجمالي كميات المبيدات المستخدمة بها، أما المبيدات الفطرية فتمثل ٢٠٪. هذا وتنتج الهند بمفردها حوالي ٢٪ من إجمالي إنتاج السوق العالمي من المبيدات ويمثل استخدام المبيدات الحشرية بها ٧٦٪. من ناحية أخرى تعتبر الولايات المتحدة الأمريكية من أكثر دول العالم إنفاقاً على المبيدات حيث تنفق بها قيمته ٨,٥ بليون دولار حسب تقديرات عام ١٩٩٣م على المبيدات بما يمثل ثلث الإنفاق العالمي حيث تمثل مبيدات الحشائش حوالي ٥٦٪ من المبلغ المنفق، بينما تمثل المبيدات الحشرية، المبيدات الفطرية ومبيدات أخرى بما يساوي ٣٠، ٧ و ٧٪ على التوالي. و في عام ١٩٩٧م استهلكت الولايات المتحدة بمفردها حوالي ٣٢٪ من الاستهلاك العالمي بما يساوي تقريبا حوالي٩ , ١١بليون دولار حيث بلغت الكميات المستهلكة من المبيدات حوالي ٦ , ٤بليون باوند من المواد الفعالة منها

٩٧٥ مليون باوند كمبيدات تقليدية، ٢٧٢ مليون باوند كمبيدات حيوية، ٦٦٥ مليون باوند كمواد حافظة للأخشاب، ٢,٤٥٩ مليون باوند كمطهرات للماء والمجاري و٢٥٦ مليون باوند مواد كيميائية أخرى تستخدم كمبيدات مثل الكبريت. هذا و قدرت وكالة حماية البيئة الأمريكية عام ١٩٩٣م كميات المبيدات المستخدمة بالولايات المتحدة الأمريكية فقط بما يعادل ١,٢ بليون باوند منها ٧٦٪ تستخدم في المجال الزراعي ارتفعت إلى ٧٩٪ عام ١٩٩٧م، ١١٪ بواسطة المصانع والهيئات الحكومية ارتفعت إلى ١٣٪ عام ١٩٩٧م، بينما التي تستخدم في المنازل والحدائق بلغت ١٣٪ انخفضت إلى ٨٪ عام ١٩٩٧م. وتستخدم المبيدات داخل حوالي ٦٩ مليون منزل من أصل ٩٤ مليون منزل موجود بالولايات المتحدة حيث ينفق حوالي ٨٧٥ مليون دولار لشراء مبيدات حشرية تستخدم لرش المنازل والحدائق المنزلية، بينما ينفق حوالي ٢١٩ مليون دولار لشراء مبيدات حشائش، في حين ينفق ١٦ مليون دولار لشراء مبيدات فطرية. وتشير الإحصائيات إلى وجود حوالي ١٠٠ مليون أسرة بالولايات المتحدة تستخدم المبيدات. وفي دراسة قام بها مركز السلامة العامة بالولايات المتحدة في الفترة من ١٩٨٩-١٩٩٥م أوضحت أن ما مجموعه ٦٥ فاتورة قد قدمت للكونجرس بشأن تسجيل بعض المبيدات إلا إنها قد قوبلت بالرفض، بينما في الفترة من ١٩٨٧-١٩٩٨م قدم الكونجرس حوالي ١٥١ تخفيض ضريبي لتوفير المال لمنتجي المبيدات. وقد أوضحت التقارير أن الولايات المتحدة قد قامت بتصدير حوالي ١,٢ بليون باوند في الفترة من ١٩٩٥-١٩٩٦م منها حوالي ٩,٤ مليون باوند من المبيدات غير مسجلة بالولايات المتحدة وتم تصديرها لخارج الولايات المتحدة، وتصدير حوالي ٢٨ مليون باوند من المبيدات مصنفة على إنها شديدة الضرر جداً (Ia). ويوجد عالمياً عديد من شركات إنتاج المبيدات منها ٥ شركات تستحوذ على حوالي ٦٠٪ من الإنتاج العالمي للمبيدات. ويبين الجدول رقم (١,١) قيمة مبيعات أهم ١٠ شركات منتجة للمبيدات في عام ١٩٩٨م.

الجدول رقم (١ , ١) مبيعات أهم ١٠ شركات منتجة للمبيدات على مستوى العالم.

اسم الشركة	المبيعات بالمليون دولار
BASF	١,٩٤٥
Dow	٢,١٣٢
Bayer	٢,٢٧٣
DuPont	٣,١٥٦
Aventis	٤,٦٧٦
Novartis	٤,١٥٢
Monsanto	٤,٠٣٢
AstraZeneca	٢,٨٩٧
Amrerican Home Products	٢,١٩٤
Makhteshim-Agan	٨٠١

وفي المملكة العربية السعودية يبلغ عدد المصانع المرخص لها للمبيدات في عام ١٤١٩هـ حوالي ١٠ مصانع تنتج ما يعادل ٢١٧١٣ طن من المبيدات موزعة كما هو مبين بالجدول رقم (٢ , ١).

الجدول رقم (٢ , ١). إجمالي إنتاج المملكة العربية السعودية من المبيدات في عام ١٤١٩هـ.

المبيدات	الإنتاج بالطن
حشرية و نيماتودية	١٣٩٦٣
حشائش	٢٧٥٠
فطرية	٥٠٠
زراعية	٤٠٠٠
قوارض	٥٠٠
الإنتاج الكلي	٢١٧١٣

هذا وقد زاد استخدام المبيدات عالميا من ١,٥ مليون طن في عام ١٩٧٠م إلى ٣ مليون طن في عام ١٩٨٥. وفي قارة أمريكا اللاتينية فقط زاد معدل استخدام المبيدات بمعدل ٢٨٠٪ في الفترة ما بين ١٩٨٠-٢٠٠٠م. ونتيجة للاستخدام المفرط وغير الرشيد للمبيدات يوجد على مستوي العالم حوالي ٣ مليون شخص يحدث لهم تسمم حاد تؤدي إلى الوفاة وأن ٩٩٪ من حالات الموت تحدث في الدول النامية، أما تأثيرات هذه المبيدات على المدى الطويل فيشمل تحفيز تكوين طفرات أو تكوين أورام سرطانية أو تحفيز تكوين الأصول الحرة التي تحفز السرطان أو التأثير على الجهاز المناعي أو التأثير على الهورمونات أو مكونات الدم. ومنذ منتصف الأربعينات وحتى منتصف الستينات استخدمت المبيدات من مجموعة الهيدروكربونات المكلورة في مكافحة الآفات داخل المنازل علاوة على استخدامها في برامج الصحة العامة لمكافحة البعوض. ومازالت بعض الدول تعتمد بعض هذه المبيدات في برامج مكافحة الحشرات التي لها علاقة بالصحة العامة مثل مبيد DDT الذي يستخدم في مكافحة البعوض الناقل لمرض الملاريا. كما استخدم هذا المركب بكميات كبيرة لمكافحة الآفات في المزارع والغابات بالولايات المتحدة الأمريكية حتى تم إيقافه في عام ١٩٧٢م وتبلغ الكمية المنتجة من هذا المبيد عام ١٩٦٠م حوالي ٨١ مليون كيلوجرام/ سنوياً وقد تناقص إنتاجه بحلول عام ١٩٦٦م إلا أن مبيد DDT كان يمثل ٣٨٪ من التطبيقات الزراعية بأمريكا وبحلول عام ١٩٧٠م تناقصت الكميات المستخدمة من هذا المبيد في أمريكا إلى ٤,٥-٤,٦ مليون كيلوجرام/ سنة. هذا وقد أوقفت معظم الدول المتقدمة استخدام هذا المبيد في الفترة ما بين ١٩٧٠-١٩٨٠م بسبب ثباته العالي في البيئة وتضخمه في الأنظمة البيولوجية وغير البيولوجية واحتمال تأثيره الضار على المدى الطويل للإنسان، علاوة على تأثيره على الحياة البرية، أما في كثير من الدول التي ينتشر بها مرض الملاريا فما زالت تستخدم DDT ليس فقط بسبب فعاليته العالية ضد البعوض ولكن بسبب انخفاض ثمنه وانخفاض سميته الحادة للقائمين بعمليات الرش وللسكان المعرضين له إذا ما قورن بالمبيدات الأخرى. من ناحية أخرى يستخدم حالياً بعض مركبات

هذه المجموعة مثل مبيد الدايكوفول والمعروف تجاريا باسم الكالثين والذي ما زال يستخدم كمبيد للأكاروس على عديد من المحاصيل مثل القطن، الفول، الموالح، العنب والنخيل وهذا المركب يشابه مركب DDT من الناحية التركيبية وفي عديد من الخواص، أما مركب اللندين فكان يستخدم على الإنسان في صورة شامبوهات لمكافحة المتطفلات الخارجية وحشرات الرأس، وكمرهم بتركيز ١٪ لعلاج الجرب الناتج عن الإصابة بالأكاروس، كما استخدم اللندين في مناطق عديدة من العالم لمكافحة النمل الأبيض (الأرضة). وتبلغ جملة المبيدات المستوردة للعالم العربي في عام ١٩٨٤م حوالي ٧٣,٠٠٠ طن، بينما قدرت احتياجات الوطن العربي من المبيدات الكيميائية لعام ١٩٩٠م بمقدار ١٠٠,٠٠٠ طن من المبيدات المجهزة التي تقدر قيمتها ببليون دولار حيث تشكل المبيدات الحشرية أكثر من ٧٠٪ من الكميات المستوردة.

(١,٥) تطور اكتشاف المبيدات

بدأت صناعة مبيدات الآفات فعلياً منذ الحرب العالمية الثانية وقبل ذلك كان الاعتماد على المواد غير العضوية مثل مركبات الكبريت، زرينخات الرصاص، وبعض المواد العضوية الطبيعية ذات الأصل النباتي مثل النيكوتين والبيرثرم. وقد بدأ التفكير في استخدام المواد العضوية في مكافحة الآفات قبل اندلاع الحرب العالمية الثانية ولكن المزارعين لم يكونوا مستعدين لتحمل النفقات الكبيرة لاستخدام هذه المبيدات وقد تغيرت هذه الصورة بعد الحرب العالمية الثانية حينما ارتفعت أسعار المواد الغذائية بدرجه كبيرة أصبحت الزراعة تدر عائداً مجزياً للمزارعين. وباكتشاف مبيد DDT في سويسرا والمبيدات الفسفورية في ألمانيا ومبيدات الحشائش من مجموعة الفينوكسي حامض الخليك في إنجلترا اقتنع المزارعون بأهمية وضرورة استخدام هذه المواد في مكافحة الآفات. ويوضح الجدول رقم (١,٣) التطور التاريخي لإستخدام المبيدات في مكافحةالآفات. وقد شجع ذلك المصانع المنتجة للمبيدات في زيادة معدلات إنتاجها من المبيدات كما هو موضح بالجدول رقم (١,٤).

الجدول رقم (٣,١). التطور التاريخي لاستخدام المبيدات في مكافحة الآفات.

السنة	المركب ومكان ظهوره
قبل الميلاد ١٢٠٠	استخدام ملح الجيوش المقدس Biblical armies salt كمبيد حشائش غير اختياري
١٠٠٠	استخدام الكبريت في التدخين
٢٥	استخدام مركبات النيترو و الأموركا (Nitro & Amurca) لمعاملة البذور
بعد الميلاد ١٠٠	استخدام الرومان حشيشة الخربق لمكافحة القوارض والحشرات
٩٠٠	استخدام الزرنخيت في الصين
١٣٠٠	استخدام الزيوت المعدنية ضد جرب الجمال
١٦٤٩	استخدام الروتينون لصيد الأسماك في أمريكا اللاتينية
١٦٦٩	استخدام الزرنيخ خلطاً مع العسل كطعم سام ضد النمل
١٦٩٠	استخدام نبات الدخان كمبيد حشري
١٧٧٣	استخدام النيكوتين في أوربا كمادة مدخنة
١٧٨٧	استخدام الصابون في أوربا كمبيد حشري
١٨٠٠	استخدام البيرثرينات في القوقاز لمكافحة القمل
١٨١٠	استخدام محاليل الزرنيخ لمكافحة الجرب بالحيوانات
١٨٢٠	استخدام زيوت الأسماك كمبيدات حشرية
١٨٢١	استخدام الكبريت كمبيد فطري
١٨٢٢	استخدام كلوريد الزئبقيك خلطاً مع الكحول لمكافحة بق الفراش
١٨٢٥	استخدام مستخلصات الكوسيا Quassia كطعم سام ضد الذباب
١٨٤٥	استخدام المركبات الفسفورية غير العضوية في ألمانيا لمكافحة القوارض
١٨٤٨	استخدام الدريس في الهيمالايا لمكافحة الحشرات
١٨٥١	استخدام الكبريت الجيري

تابع الجدول رقم (٣ , ١).

السنة	المركب ومكان ظهوره
١٨٥٤	استخدام ثاني كبريتد الكربون في فرنسا كمادة مدخنة
١٨٦٧	استخدام أخضر باريس في أمريكا كمبيد حشري
١٨٦٨	استخدام المشتقات البترولية مثل الكيروسين في أمريكا
١٨٧٤	تصنيع مبيد DDT
١٨٧٧	استخدام غاز سيانيد الهيدروجين كمدخن
١٨٧٨	استخدام أرجون لندن كبديل لاستخدام أخضر باريس
١٨٨٠	استخدام مستحضر الجير والكبريت ضد الحشرات القشرية في أمريكا
١٨٨٢	استخدام النفثالين كمادة حافظة للمجاميع الحشرية
١٨٨٣	استخدام مخلوط بوردو في فرنسا
١٨٨٦	استخدام المواد الراتنجية لمكافحة الحشرات القشرية
١٨٩٢	استخدام زرنيخات الرصاص في أمريكا لمكافحة فراشة الغجر
١٨٩٢	استخدام كبريتات النحاس كمبيد حشائش
١٨٩٦	استخدام زيت السترونيلا كمادة طاردة للبعوض
١٩١٧	استخدام كبريتات النيكوتين في صورة مسحوق تعفير
١٩١٨	استخدام الكلوروبكرين في فرنسا
١٩٢٢	استخدام سيانيد الكالسيوم
١٩٢٥	استخدام مركبات ثنائي النيترو
١٩٣١	اكتشاف مركب الثيرام كمبيد فطري
١٩٣٢	استخدام بروميد الميثايل في فرنسا
١٩٣٢	استخدام الثيوسينات
١٩٣٤	استخدام مادة خامس كلوريد الفينول لحفظ الأخشاب
١٩٣٦	اكتشاف مبيد TEPP كأول مبيد حشري من مجموعة الفوسفور العضوية
١٩٣٩	استخدام مادة إيثايل هكسان دايول (Rutgres 612) كمادة طاردة للحشرات

تابع الجدول رقم (٣, ١).

السنة	المركب ومكان ظهوره
١٩٣٩	اكتشاف خواص مبيد DDT بواسطة العالم موللر
١٩٤٠	استخدام الألدرين، الدايلدرين والإندرين في أمريكا
١٩٤٠	اكتشاف زيت السمسم كمنشط للبيرثرينات و غاز بروميد الميثايل كمبيد نيماتودي
١٩٤١	تصنيع مبيد 2,4-D في أمريكا
١٩٤١	تصنيع مبيد BHC في فرنسا كمبيد حشري
١٩٤٢	تصنيع مبيد BHC في إنجلترا
١٩٤٣	استخدام مبيد زينب لمكافحة الفطريات و مبيد D-D mixture كمبيد نيماتودي
١٩٤٤	اكتشاف الباراثيون بواسطة العالم شرادار
١٩٤٥	استخدام الكلوردين في أمريكا و مبيد EDB كمبيد نيماتودي
١٩٤٦	تطوير صناعة مبيد الباراثيون
١٩٤٧	تطوير صناعة الكاربامات في سويسرا
١٩٤٧	استخدام التوكسافين كمبيد حشري
١٩٤٩	ظهور الكابتان كمبيد فطري
١٩٥٠	تصنيع مبيد EPN بواسطة شركة Du Pont في أمريكا
١٩٥٠	تقديم مبيد الملاثيون
١٩٥١	تقديم أول مجموعة من المبيدات الحشرية من مجموعة الكاربامات مثل الأيزولان و البيرولان
١٩٥٢	أول وصف لخصائص الدايازينون كمبيد حشري في ألمانيا
١٩٥٣	تصنيع الألدرين و الدايلدرين بواسطة شركة شل
١٩٥٥	استخدام مادة DEET كمادة طاردة للحشرات
١٩٥٦	استخدام مبيد الكارباريل كأول مبيد ناجح من مجموعة الكاربامات و مبيد ميثام صوديوم كمبيد نيماتودي
١٩٥٨	تقديم مبيد الأترازين و الباراكوات كمبيدات حشائش

تابع الجدول رقم (٣,١).

السنة	المركب ومكان ظهوره
١٩٦٠	استخدام مبيد التريفلان كمبيد حشائش
١٩٦٠	استخدام بكتريا Bacillus thuringiensis على الخس واللفت
١٩٦١	تقديم مبيد القوارض كلوروفاسينون
١٩٦٢	ظهور كتاب الربيع الصامت لراشيل كارسيون
١٩٦٥	استخدام مبيد الألديكارب كأول مبيد حشري/ نيماتودي
١٩٦٧	ظهور أول مادة هرمونية في أمريكا
١٩٦٨	اكتشاف البيرثرينات المصنعة
١٩٦٩	بداية إيقاف استخدام مبيد DDT
١٩٧٠	إيقاف استخدام بعض مركبات الزئبق
١٩٧١	استخدام مبيد الجليفوسيت كمبيد حشائش
١٩٧٥-١٩٨٠	العصر الذهبي لاستخدام البيرثرينات المصنعة(البيروثيريدات)
١٩٧٥	إيقاف استخدام بعض الهيدروكربونات المكلورة مثل الألدرين والدايلدرين ما عدا استخداماتها ضد النمل
١٩٧٩	إيقاف استخدام مركب 2,4,5-T
١٩٨٣	إيقاف مركب الإيثلين ثنائي البروم
١٩٨٧	استخدام مركب الفبرونيل
١٩٨٨	إيقاف استخدام الكلوردين و الهبتاكلور كمبيدات للنمل الأبيض
١٩٨٩	تقديم مبيد الحشرات ايميداكلوبريد (الكونفيدور) ومبيد كلورفنلبير
١٩٩٠	تقديم مبيد الآزوكسيستروبين كمبيد فطري بواسطة شركة زينيكا
١٩٩١	تسجيل المبيدات الحيوية المهندسة وراثياً
١٩٩١ - حتى الآن	بيع شركات المبيدات و اندماجها وتغيير اسمائها

الجدول رقم (٤ , ١). التطور الكمي لصناعة المبيدات في الفترة من ١٩٤٥ - ١٩٧٥م.

السنة	كمية المبيد بالألف طن
١٩٤٥م	١٠٠
١٩٥٥م	٤٠٠
١٩٦٥م	١٠٠٠
١٩٧٠م	١٥٠٠
١٩٧٥م	١٨٠٠

(٦ , ١) الاعتبارات الواجب مراعاتهاعند استخدام المبيدات في مكافحة الآفات

على الرغم من استخدام المبيدات لها جوانب إيجابية إلا أن لها بعض التأثيرات الجانبية غير المرغوبة مثل التأثير على الإنسان، الحيوان، النبات والبيئة، علاوة على التأثيرات الضارة التي تظهر على المدى الطويل ولا يوجد مبيد واحد يمكن اعتباره غير ضار وأيضا من الصعوبة إيجاد توازن بين المنافع والمخاطر. وتعتبر المعاييرالاقتصادية من أهم الاعتبارات المحددة لاتخاذ قرار استخدام المبيدات حيث أدى استخدام المبيدات إلى زيادة وتضاعف إنتاج بعض المحاصيل الزراعية الهامة مثل البطاطس، كما وأن كل دولار يتم صرفه يعطي عائدا يصل إلى ثلاثة دولارات. كذلك تم استئصال بعض الأمراض الخطيرة التي تصيب الإنسان الملاريا نتيجة مكافحة البعوض بالمبيدات الحشرية. كذلك تشير الدراسات بأن التأثيرات الضارة للمبيدات على الصحة العامة غير مزعجة إذا ما استخدمت بطريقة علمية صحيحة ولكن الخطورة تكمن في تعرض العمال القائمين بتصنيع وتجهيز وتطبيق المبيدات ولعل أكثر الأمور خطورة هي ثبات متبقيات المبيدات في الأنسجة الدهنية للإنسان.

كما أن استخدام المبيدات يعتبر من أهم العناصر المكملة للإنتاج، علاوة على أهميتها في مكافحة أمرض الصحة العامة وأفضل مثال على ذلك الدور الذي لعبه مبيد DDT في الحرب العالمية الثانية. كما أن هناك مجموعة من الاعتبارات ذات الأهمية الأقل مثل النواحي البيئية، النفسية و الجمالية.

(١,٧) أضرار استخدام المبيدات

اكتسب مفهوم المكافحة تدرجيا خلال الفترة الماضية القريبة أهمية بالغة باعتباره وسيلة عملية لمعالجة مشاكل الآفات وهناك برامج عديدة ناجحة تم استخدامها على مستوى العالم أيضا في سبيلها للتطور لوقاية الفواكه والخضر والمحاصيل وأشجار الغابات ونباتات الزينة وقد تم الاهتمام أساسا بأسلوب التحكم المتكامل نتيجة المشاكل التي نجمت نتيجة الاعتماد الكلى على المبيدات العضوية المصنعة وقد يرجع الخطأ الأساسي في هذا الصدد إلى التوسع في استخدام هذه المبيدات دون مراعاة للعلاقات المتشابكة والمعقدة في النظام البيئي.

ويمكن سرد أهم المشاكل الناجمة عن الاستخدام غير الرشيد للمبيدات :

(١,٧,١) التكاليف الاقتصادية واستهلاك الطاقة

بلغت التكاليف الاقتصادية لاستخدام المبيدات في الأغراض الزراعية بالولايات المتحدة الأمريكية وحدها بليون دولار عام ١٩٧١م وقد زادت التكاليف الاقتصادية للمبيدات الزراعية عام ١٩٧٦م بنسبة تصل إلى٩٣٪ أعلى من تقديرات عام ١٩٧١م. وقد قدرت تكاليف استهلاك الطاقة الخاصة بالاستثمار في مجال صناعة المبيدات بأمريكا بحوالي بليون جالون وقود سنويا وهى تمثل حوالي ٢, ٠٪ من كمية الطاقة المستهلكة بأمريكا في جميع الأغراض بينما تمثل ٥ ٪ من كمية الطاقة المستهلكة في الزراعة ولعل مشكلة ارتفاع أسعار البترول والنقص في مصادر الطاقة تزيد من التكلفة الاقتصادية لهذه المبيدات.

(١,٧,٢) الأمراض المتعلقة بصحة الإنسان

تسبب المبيدات أضرار نسبية خطيرة على صحة الإنسان ومن أكثر الفئات تعرضا لهذه الأمراض.

١ - المشتغلين بصناعة وتجهيز وتعبئة المبيدات.

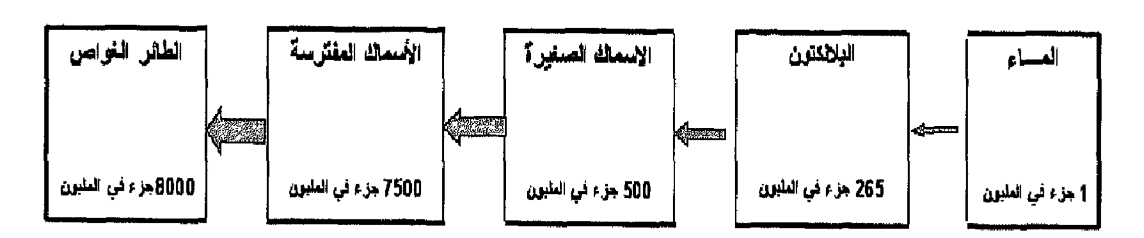
٢- القائمين بعملية التطبيق أو عمال الحقول (المزارعين).

٣- مخلفات أو متبقيات المبيدات على المحاصيل الغذائية وبالتالي إمكانية تعرض عامة الناس لهذه المبيدات. ويسبب التعرض للمبيدات بعض الأمراض السرطانية

على الرغم من عدم وجود دلائل قاطعة لحدوث السرطان في الإنسان نتيجة التعرض للمبيدات، الفشل الكلوي، التأثير على وظائف الكبد، التأثير على الجهاز المناعي، التأثير على الجهاز التناسلي، تسبب تشوه للأجنة و تحفيز الطفرات.

(٣, ٧, ١) التلوث البيئي والتأثير على الحياة البيئية

يرجع فشل كثير من المبيدات لإحداث الأثر المطلوب على الآفة إلى بعض العوامل البيئية التي قد تؤدي إلى ارتفاع معدل فقد المبيد. فقد أظهرت الدراسات أن حولي١٪ أو أقل من محلول الرش عند استخدام الرش الجوي يصل إلى داخل الآفة المستهدفة بينما يصل حوالي ٤٥٪ من المحلول إلى المحصول المستهدف وتفقد الكمية الباقية إلى البيئة المحيطة بفضل التطاير أو تساقط الرذاذ بعيدا عن الهدف. وهناك مركبات عديدة مثل DDT تتميز بصفة الثبات الكيميائي ولها القدرة على الانتقال والتراكم في مكونات السلسلة الغذائية للإنسان والحيوان ويزداد تركيز المبيد في عمليات متتابعة، كما تحدث ظاهرة معروفة باسم التضخم أو التراكم البيولوجي Biomagnification. فعلى سبيل المثال يصل هذا التضخم في الأسماك التي تعيش في بحيرة ميتشجان بأمريكا من حوالي ٠,٠٠٠٠٢ جزء في المليون في الماء إلى أكثر من ١٠أجزاء في المليون في الأسماك التي تعيش في البحيرة. وقد بينت نتائج دراسة أجريت في كاليفورنيا في الخمسينات على مركبات الكلور العضوية أن نسبة تركيز المبيد في الطيور زادت عن طريق السلسلة الغذائية إلى ٨٠٠٠٠ ضعف عن النسبة الموجودة في المياه. ويبين الشكل رقم (١) التضخم البيولوجي لمركب DDD في السلسلة الغذائية Food Chain.



الشكل رقم (١ , ١). التضخم البيولوجي لمركب **DDD** في السلسلة الغذائية.

(٤ , ٧ , ١) التاثيرات على الملقحات

هناك بعض المبيدات تؤثر على نحل العسل والحشرات الملقحة الأخرى في نفس الوقت التي تؤثر فيه على الآفات مما يؤدي إلي انخفاض معدل التلقيح في الأزهار بالاضافة إلي ضعف قوة طوائف النحل نتيجة لموت عدد كبير من الشغالات التي تقوم بجمع الرحيق.

(٥ , ٧ , ١) الأثر الضار على النبات Phytotoxicity

بعض المبيدات تحدث ضررا للنباتات إذا ما استخدمت بتركيزات أعلى من التركيزات الموصى بها أو في توقيت غير مناسب حيث تظهر الأعراض في صورة حروق للأوراق أو تحور في أشكالها مما يؤدي إلى جفافها ثم سقوطها ويموت النبات في النهاية. كما تحدث بعض المبيدات الجهازية بعض التأثيرات الفسيولوجية والبيوكيميائية للنبات مثل التأثير على عمليات التمثيل الغذائي ونشاط بعض الإنزيمات الحيوية مما يؤثر على كفاءة المحصول الاقتصادي فتنخفض الإنتاجية.

(٦ , ٧ , ١) تأثير المبيدات على التربة

تصل المبيدات للتربة نتيجة تساقطها أثناء رش المحاصيل الزراعية أو نتيجة معاملة التربة لمكافحة آفات التربة أو نتيجة معاملة البذور وقد يؤدي ذلك إلى تراكم المبيدات في التربة وزيادة تركيزها إلى التأثير على نمو النباتات أو التأثير على الكائنات الحية النافعة بالتربة مثل دودة الأرض أو يؤدي إلى انخفاض نسبة إنبات البذور كما تؤثر على خصوبة التربة حيث إنها تقتل الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في التربة.

(٧ , ٧ , ١) خلل في التوازن الطبيعي

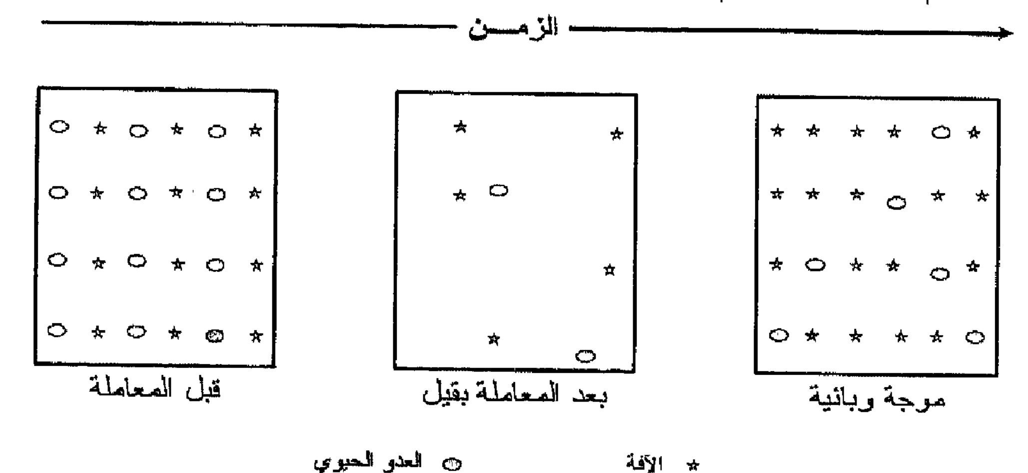
تعيش الحشرات مع سائر الحيوانات والكائنات الحية في توازن طبيعي تتحكم فيه عدة عوامل بيئية مثل درجة الحرارة والرطوبة و مدى توافر الغذاء وعوامل حيوية مثل افتراس بعض الحشرات للبعض الآخر وتطفل بعضها على بعض أي أن في الطبيعة تعيش الحشرات والحيوانات وجميع الكائنات الحية في توازن طبيعي ولعل الاستخدام المكثف وغير الواعي للمبيدات بقصد مكافحة

الآفات أدى إلى حدوث اختلال في التوازن الطبيعي مما أدى إلى تزايد أو تناقص أعداد الحشرات عن معدلها الطبيعي وقد يكون ذلك في صالح الإنسان أو ضد مصلحته وفقا لنوع الحشرة المتكاثرة. فعلى سبيل المثال أدى استعمال مركب DDT إلي ظهور المن والعنكبوت الأحمر بكثرة على الذرة نتيجة للخلل الذي أحدثته هذا المركب على التوازن الطبيعي بين الآفات و الأعداء الحيوية.

(١ , ٧ , ٧ , ١) ظهور موجات وبائية من الآفة

غالبا ما تحدث ظاهرة مقاومة الآفة لفعل المبيد المستخدم للقضاء عليها ويؤدي ذلك إلى ارتفاع مستوى الكثافة العددية للآفة إلى معدل أكبر من الطبيعي وهذا ما يطلق عليه Pest Resurgence أو زيادة أعداد الآفة المستهدفة بصورة وبائية عقب استعمال المبيد ويرجع ذلك أيضا إلى انهيار أو انخفاض تعداد الأعداء الحيوية بمعدلات أكبر من موت الآفة.

ويوضح الشكل رقم (٢ , ١) بأنه على الرغم من فاعلية المبيد في خفض أعداد الآفة المستهدفة إلا أن تعداد الأعداء الحيوية قد انخفض في نفس الوقت بشكل أكبر مما أدى إلى وجود عدم توازن غير ملائم بين الآفة وعدوها الحيوي وبالتالي تظهر الموجة الوبائية للآفة.



الشكل رقم (٢ , ١). زيادة أعداد الآفة بصورة وبائية عقب استعمال المبيد.

(٢ , ٧ , ٧ , ١) ظهور موجات وبائية من الآفة الثانوية

أدى الاستخدام غير الواعي للمبيد إلى ظهور موجات وبائية من الآفات الثانوية غير المستهدفة ويرجع ذلك إلى حدوث خلل في التوازن الحيوي بين مجموع

الحشرات نتيجة لتوجيه المكافحة ضد آفة معينة مما يتيح الفرصة أمام الآفات الثانوية للتكاثر بسرعة فتتحول إلى آفة أولية. وفي محاولة لوقف زيادة تعداد الآفة المستهدفة بصورة وبائية بعد استعمال المبيد يقوم بعض المزارعون بزيادة تركيز المبيد وتكرار مرات المعاملة وهذا تصرف خاطيء و ليس له أساس علمي صحيح لأن ذلك يؤدي إلى ظهور وتطور صفة المقاومة لدى الحشرات لفعل المبيدات، علاوة على تلوث البيئة و التأثير على صحة الإنسان. و الجدير بالإشارة إلى ندرة توافر المبيد المتخصص بمعنى أن المبيد الفعال ضد آفة مستهدفة قد يكون له أضرار على الحشرات النافعة خاصة المتطفلات والمفترسات ونحل العسل ودودة الحرير ودودة الأرض وغيرها.

و يمكن القول إنه لم ولن يوجد المبيد النظيف ولن يوجد في المستقبل. كما يمكن القول أيضا بأن طريقة التحكم المتكامل للآفات قد تقلل من فرص حدوث خلل غير مرغوب في النظام البيئي.

الفصل الثاني

مستحضرات المبيدات وطرق تطبيقها

Pesticides Formulation and Methods of Application

● مقدمة ● تجهيز المستحضرات ● مستحضرات المبيدات ● طرق تطبيق المبيدات
● الشروط الواجب مراعاتها لنجاح عملية مكافحة الآفات ● اختيار المكافحة

(١ , ٢) مقدمة

نادراً ما تستخدم المبيدات في صورة المواد الفعالة (active ingredient, a.i) ولكن تجهيزها في صورة مستحضرات يسهل تطبيقها حتى نحصل على كفاءة عالية في عمليات مكافحة الآفات. والمكافحة الناجحة تتحقق باختيار المبيد المناسب المجهز بالصورة المناسبة ليستخدم ضد الآفة المناسبة في التوقيت المناسب. وعادة لا يتم إضافة المادة الفعالة مباشرة إلى الماء أو خلطها مع مواد صلبة أخرى بل يجب خلطها مع مذيبات ومواد إضافية مثل المواد المبللة والناشرة والمخففة واللاصقة وغيرها بناءاً على الخواص الكيميائية والطبيعية للمادة الفعالة مثل الذوبان في الماء والمذيبات العضوية، فإذا ما كانت المادة الفعالة تذوب في الماء فإنها تستخدم كمحاليل رش مائية كما هو الحال في حالة كبريتات النحاس، أما إذا كانت المادة الفعالة لا تذوب في الماء ولكنها تذوب في المذيبات العضوية فإنها تجهز في صورة مركزات قابلة للاستحلاب (EC)، بينما إذا كانت المادة الفعالة لا تذوب في الماء والمذيبات العضوية فإنها تجهز في صورة مساحيق تعفير (Dusts).

(٢,٢) تجهيز مستحضرات المبيدات Formulation of Pesticides

يقصد بتجهيز المستحضرات إعداد المبيدات في صورة يسهل بها تطبيقها مع تحقيق الفعالية المطلوبة عند استعمالها حقلياً أي إنها تحقق أعلى فعالية وأقل خطر على المستخدم وممتلكاته ومكونات بيئته. أي أن التجهيزة الجيدة هي التجهيزة التي تغطي المساحة المراد معاملتها تغطية كاملة ولها سمية عالية على الآفة المستهدفة وسمية منخفضة على الإنسان والحيوان والنبات والكائنات النافعة.

ويحتوي مستحضر المبيد على المادة الفعالة (a.i) مع بعض المواد الإضافية (Adjuvants) والتي يتم اختيارها بناءاً على العوامل التالية:

١- الغرض من استعمال المستحضر: الاستخدام في مكافحة الحشرات، الحشائش، الفطريات، النيماتودا، البكتريا، الفيروسات ...إلى آخره.

٢- طريقة استعمال المستحضر: رش، ري، تعفير، نثر، حقن و تدخين.

٣- المادة الفعالة: الصفات الطبيعية، الكيماوية، البيولوجية والتوكسيكولوجية.

٤- الظروف الجوية: حيث تحول الرياح الشديدة من استخدام بعض صور المستحضرات مثل المركزات القابلة للاستحلاب والمساحيق القابلة للبلل، بينما يفضل استخدام المحببات لتفادي انجراف المبيد عند التطبيق. من ناحية أخرى تشجع الأجواء الممطرة من استخدام المستحضرات التي يتم فيها تحرر المادة الفعالة ببطء.

٥- مدى توافر آلة التطبيق: مثل استخدام آلات الرش في حالة المركزات القابلة للاستحلاب أو استخدام آلات التعفير في حالة توافر مساحيق التعفير أو استخدام الرش بالطائرات في حالة توفر مستحضرات من النوع الرش بالحجم المتناهي في الصغر (ULV).

٦- سعر المواد الإضافية.

(٢,٣) مستحضرات المبيدات

تقسم مستحضرات المبيدات إلى ثلاثة أقسام رئيسية تبعاً للصورة التي تتواجد عليها وهي:

١ - المستحضرات السائلة

٢- المستحضرات الجافة

٣- مستحضرات أخرى

(١ , ٣ , ٢) المستحضرات السائلة

(١ , ١ , ٣ , ٢) المركزات القابلة للاستحلاب **Emulisifiable Concentrates (EC)**

تعتبر المركزات القابلة للاستحلاب من أكثر المستحضرات السائلة شيوعاً واستخداما في مكافحة الآفات وذلك لثبات فاعليتها تحت الظروف المختلفة وسهولة تخزينها وتعبئتها وتتكون من مادة فعالة (a.i) مذابة في مذيب عضوي مناسب لا يمتزج مع الماء (مثل الزيلين ومشتقاته والنافثا) بالاضافة على عامل استحلاب أو عوامل استحلاب ومواد إضافية أخرى وعند تخفيفها بالماء يتكون مستحلب نتيجة لانتشار حبيبات دقيقة من المادة العضوية في الماء ليتكون مستحلب من النوع زيت/ ماء (O/W) وهو الأكثر شيوعاً. و يساعد على تكوين المستحلبات عوامل تسمى عوامل استحلاب Emulsifiers أو مواد نشطة سطحيا Surfactants والتي قد تكون كاتيونية أو أنيونية أو غير متأينة هي مركبات ذات نشاط سطحي تعمل على خفض قيمة التوتر السطحي للماء وتثبيت معلق قطرات أحد السوائل لتنتشر بتجانس في سائل آخر وهو وسط الانتشار.

(٢ , ١ , ٣ , ٢) المركزات القابلة للاستحلاب المعكوسة
Invert Emulisifiable Concentrates (IEC)

ويختلف هذا النوع من المستحضرات عن المركزات القابلة للاستحلاب المعكوسة بإنها عند تخفيفها بالماء تعطي مستحلب من النوع ماء/ زيت أي (W/O) وهو أقل شيوعاً وتستخدم أساساً هذه المستحضرات في تجهيز إسترات مبيدات الحشائش التي تذوب في الزيت والمذيب يكون عادة مادة زيتية. يمتاز هذا النوع من المستحضرات بكبر حجم قطراتها عند خروجها من فتحة جهاز الرش، قلة معدل البخر للوسط الخارجي (الزيت)، قلة احتمال انجراف قطرات الرش بسبب كبر حجم القطرات.

(٣, ١, ٣, ٢) المستحلبات المركزة Stock Emulsion (SE)

تتميز المستحلبات المركزة بإحتوائها على الماء ضمن تركيبها و عند تخفيفها بالماء عند التطبيق الحقلي لتعطي مستحلب. و يعتبر إنتاج هذا النوع من المستحضرات أقل تكلفة عن المركزات القابلة للاستحلاب بسبب قلة عوامل الاستحلاب المستخدمة، إلا أن يعيب هذه المستحضرات قصر فترة تخزينها و إمكانية حدوث تآكل للعبوات المعدنية التي تحتويها مما يؤدي إلى حدوث عديد من التغيرات الطبيعية والكيماوية لهذه المستحضرات.

(٤, ١, ٣, ٢) المركزات المائية Aqueous Concentrates

هي المستحضرات الذائبة في الماء وهي عبارة عن محلول مائي مركز للمبيد يخفف بالماء قبل التطبيق والمذيب المستخدم أثناء التجهيز هو الماء.

(٥, ١, ٣, ٢) المركزات الزيتية Oil Concentrates

هي مستحضرات سائلة تحتوي على تركيز عالي من المادة الفعالة (a.i) وتستعمل بدون تخفيف كما هو الحال عند الرش بالحجم المتناهي في الصغر (ULV) أو إنها قد تخفف بمذيبات رخيصة الثمن مثل زيت الديزل مع ضرورة التأكد من امتزاج المستحضر مع المذيب المستخدم.

(٦, ١, ٣, ٢) المحاليل الزيتية Oil Solutions

وهي مستحضرات جاهزة للتطبيق الفوري تحتوي مذيب على عديم اللون قليل الرائحة وتركيز قليل من المادة الفعالة (أقل من ٥٪) وهذه المستحضرات تستخدم كمبيدات حشائش غير اختيارية أو ضد يرقات البعوض في البرك والمستنقعات أو في مكافحة الآفات المنزلية.

(٢, ٣, ٢) المستحضرات الجافة

تشمل المستحضرات الجافة كل من مساحيق التعفير المركزة، مساحيق التعفير المخففة، المساحيق القابلة للانتشار في الماء، المساحيق القابلة للذوبان في الماء، المحببات، المحببات القابلة للانتشار في الماء والأقراص.

والمساحيق المركزة تخلط بمواد مخففة تعرف بالمواد الحاملة الخاملة التي لا تمتلك أي نشاط كيميائي أو إبادي وقد تكون غير عضوية مثل معادن الطين (الكاوولينيت، البنتونيت و المونتمورينلينت) وكذلك مسحوق التلك أو تكون من أصل نباتي كأغلفة جوز الهند. ويجب أن تكون المواد الحاملة ذات قدرة امتصاصية كافية للمادة الفعالة أثناء التجهيز، ذات قدرة عالية على السريان بعد التجهيز ليسهل تداولها، تخزينها، خلطها وتطبيقها، الكثافة الشاملة للحيز في حدود ٣٠-٤٠ رطل/ قدم[٣] و أن يكون على الأقل ٨٥٪ من حجم حبيباتها أقل من ٣٥ مش (Mesh).

(١, ٢, ٣, ٢) مساحيق التعفير المركزة (Concentrated Dusts)

هي مساحيق جافة تحتوي على مادة فعالة واحدة أو أكثر مع مادة حاملة أو أكثر سهلة السريان بحيث يصل تركيز المادة الفعالة بهذه المساحيق من ١٠-٥٠٪ وقد تصل إلى ٧٠٪. الجدير بالذكر أن هذه المساحيق نادراً ما تستخدم مباشرة دون تخفيف إلى التركيز الحقلي المطلوب. وأمثلة هذه التجهيزات سيفين ٥٠٪ وملاثيون ٢٥٪.

(٢, ٢, ٣, ٢) مساحيق التعفير Dusts (D)

هي مساحيق جافة دقيقة جداً تحتوي على مخلوط من مادة فعالة أو أكثر مع مادة حاملة أو أكثر بحيث تكون سهلة السريان و يتراوح تركيز المادة الفعالة بها من ١-١٠٪ ويطبق المستحضر مباشرة دون تخفيف ويتراوح حجم الحبيبات في المدى ٣٠-٥٠ ميكرون.

(٣, ٢, ٣, ٢) المساحيق القابلة للانتشار في الماء Water Dispersible Powder (WDP)

تسمى المساحيق القابلة للبلل Wettable Powder (WP) وهي تماثل مساحيق التعفير المركزة فيما عدا إنها تخفف بالماء عند التطبيق الحقلي حيث تحتوي مستحضراتها على مواد ذات نشاط سطحي تسمح لها بالتخفيف للتركيز الحقلي المطلوب لتكوين معلق ثابت.

(٤ , ٢ , ٣ , ٢) المساحيق القابلة للانسياب مع الماء Flowable Liquid (FL)

وهي تسمى أيضاً المعلقات المركزة أو المركزات القابلة للانتشار في الماء وتتكون من حبيبات دقيقة من المادة الفعالة والمادة الحاملة (٢-٣ ميكرون) وتحتوي هذه المستحضرات على حوالي ٤٠٪ مواد صلبة وتتميز بثباتها العالي وهي تخفف بالماء عند التطبيق أو تستخدم مباشرة كما في حالة الرش بالحجم المتناهي في الصغر.

(٥ , ٢ , ٣ , ٢) المساحيق القابلة للذوبان Soluble Powder (SP)

هي مستحضرات تحتوي على مادة فعالة قابلة للذوبان في الماء و بعض المواد النشطة سطحياً وتتميز هذه المستحضرات بارتفاع نسبة المادة الفعالة وارتفاع ذوبانها في الماء. ومن أمثلة هذه المساحيق لانيت ٩٠٪.

(٦ , ٢ , ٣ , ٢) المحببات Granules (G)

هي حبيبات يقع ٩٠٪ من حجم حبيباتها على الأقل في المدى ٤-٨٠ مش، وهذا المستحضر يتكون من مادة فعالة بتركيز من ٢٠-٤٠٪ ومذيب عضوي ومادة حاملة خاملة. وتتميز هذه المستحضرات بمقاومة الانجراف وعدم تلوث ما يحيط بمناطق التطبيق وأكثر أماناً للقائمين بعملية التطبيق. ومن أمثلتها مبيد الفايديت ١٠٪.

(٧ , ٢ , ٣ , ٢) المحببات القابلة للانتشار في الماء Water Dispersible Granules (WDG)

تحتوي هذه المستحضرات على تركيزات عالية من المادة الفعالة مع مواد حاملة دقيقة جداً يقل حجمها عن حجم حبيبات مساحيق التعفير والمساحيق القابلة للبلل حيث يتم ضغطها أثناء التجهيز لتصبح في صورة محببات وعندما تخلط بالماء أثناء تطبيقها تتفتخ الحبيبات وتتكسر إلى الوحدات الدقيقة مرة أخرى منتشرة في الماء بتجانس مما يسهل خروجها من فتحات آلات الرش.

(٨ , ٢ , ٣ , ٢) الأقراص Pellets

وهي مستحضرات جافة ذات حجم أكبر مقارنة بالمحببات (أكبر من ٤ مش) وتتراوح أقطارها من ٦ , ٠-٢ , ١سم وتجهز بخلط المادة الفعالة بتركيز يتراوح من ١-٢٥٪ مع مادة حاملة مناسبة في وجود مادة لاصقة.

(٣ , ٣ , ٢) المستحضرات الأخرى

(١ , ٣ , ٣ , ٢) الإيروسولات Aerosols

تُعد الإيروسولات مستحضرات مضغوطة أو معبأة تحت ضغط حيث تتكون من مادة فعالة مذابة في مذيب عضوي مناسب بالاضافة إلى مادة دافعة ومواد أخرى مزيلة أو مكسبه للرائحة ومواد منشطة لفعل المبيدات مثل البيرونيل بيوتوكسيد (PB). وقد كان يستخدم غاز الفريون كمادة دافعة إلى أن تم إيقاف استخدامه لاستنزافه طبقات الأوزون. وحالياً يستخدم كلوريد الميثلين كمادة دافعة بينما يستخدم الكيروسين عديم الرائحة كمذيب.

ومن المواد الفعالة المستخدمة في هذه المستحضرات البيرثرينات الطبيعية والبيروثرويدات المصنعة وغيرها من مجاميع المبيدات العضوية المصنعة وقد يضاف أحد من المنشطات مثل البيرونيل بيوتوكسيد.

(٢ , ٣ , ٣ , ٢) كاسيات البذور Seed Dressing

وهى مستحضرات من النوع الجاف أو السائل مجهزة في صور متعددة ويحتوي المستحضر على مادة فعالة ومواد مخففة أو حاملة ومواد لاصقة وقد يضاف زيت نباتي كمادة لاصقة وأيضاً قد يضاف مواد ملونة لتمييز البذور المعاملة عن غير المعاملة. وتستخدم هذه المستحضرات لمعاملة البذور لوقايتها من هجوم الآفات أثناء التخزين أو عند الزراعة بشرط أن لا تؤثر مكونات المستحضر على حيوية البذور ولا تكون ضارة للإنسان أو الحيوان ومن أمثلة تلك المستحضرات فيتافاكس ٥ , ٣٧٪ و الكابتان ٥ , ٣٧٪.

(٣ , ٣ , ٣ , ٢) الطعوم السامة Baits

تتكون الطعوم السامة من مادة فعالة مع مادة أو مواد جاذبة وقد تحتوي على بعض المواد الملونة لتميز الطعوم بإنها تحتوي على مواد سامة. وتمتاز الطعوم بإنها لا تترك أي أثار من متبقيات المبيدات على المحصول لإنها توضع إما حول جذور الأشجار أو كحواجز تعترض طريق الحشرات. وهذه الطعوم تستخدم لمكافحة القواقع، القوارض، الجراد و الحفارات.

(٤, ٣, ٣, ٢) مستحضرات التحرر المحكوم Controlled Release Formulation (CRF)

ويمثل هذا النوع من المستحضرات اتجاه حديث في عالم المستحضرات بهدف التحكم في معدل انفراد المادة السامة في الوقت المناسب ليحقق المبيد فعله. ويوجد من مستحضرات التحرر المحكوم الصور التالية.

أولاً : الكبسولات الدقيقة Microcapsules

وهي عبارة عن حبيبات دقيقة (١-٣ ميكرون) من المادة الفعالة مغلفة بمادة خاملة كيماوياً تجاه المادة الفعالة ويعمل كجدار شبه أو غير منفذ حسب ظروف التجهيز. كما يمكن تحويل هذه الكبسولات الدقيقة إلى معلق لرشه بالطرق العادية.

ثانياً : مستحضرات البلاستيك

ويتكون هذا المستحضر عند تسخين مخلوط من مادتي البولي(عديد) فينيل كلوريد PVC وثنائي أوكتايل فثالات DOP مع المادة الفعالة ليتكون أحد الصور التالية :

١- بلاستيك الذي يتم تقطيعه إلى قطع صغيرة تعرف باسم بلاستيك غير ممدد.

٢- بلاستيك من النوع الممدد عند إضافة عوامل استحلاب إلى المكونات السابقة.

٣- البلاستيك الإسفنجي والذي يتكون عند إضافة مخلوط من كربونات الأمونيوم وحمض الستريك فيتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الذي يجعل البلاستيك يأخذ الشكل الإسفنجي.

ثالثاً : الرقائق Flakes

وهى عبارة عن مادة فعالة مع بوليمرات ذائبة في مذيب عضوي ويقطع البوليمر المحتوي على المادة الفعالة على شكل رقائق يتم خلالها التحكم في تحرر المادة الفعالة السامة خلال فترة زمنية طويلة.

(٤ , ٢) طرق تطبيق المبيدات

تختلف طرق تطبيق المبيدات للحصول على مكافحة ناجحة و اقتصادية باختلاف طبيعة الآفة المراد مكافحتها (حشرة متحركة، غير متحركة، قارضة، ماصة)،

طبيعة المزروعات (محاصيل حقلية، أشجار مثمرة، أشجار زينة)، مكان وجود الآفة (الأوراق، الجذور، السيقان، داخل الثمار)، طبيعة المستحضر (غاز، سائل و صلب) و المساحة المطلوب معاملتها (شاسعة، صغيرة، محدودة، داخل المنازل، حول المنازل).

(١ , ٤ , ٢) معاملة البذور

تعامل البذور للوقاية من فطريات التربة والنيماتودا وبعض حشرات التربة ذات الأجزاء الثاقبة الماصة والتي تهاجم البادرات ويستخدم لذلك المبيدات الجهازية التي تمتص وتتحرك مع عصارة النبات. وفي هذه الحالة تعامل البذور أولاً بمادة لاصقة مثل الصمغ العربي أو زيت نباتي أو مادة البولي إيثلين جليكول بحيث توضع البذور في برميل يرتكز على قاعدة بواسطة عامود في منتصفه يتحرك على رومان بلي وتضاف المادة اللاصقة مع التقليب الجيد لعمل فيلم لاصق (طبقة رقيقة) يليه إضافة مسحوق المبيد الذي يلتصق بالبذور.

(٢ , ٤ , ٢) الرش

تُعد هذه الطريقة الأكثر شيوعاً وهي تعتمد على توزيع محلول الرش في صورة قطيرات صغيرة (الرذاذ) لتغطية السطح المعامل بطريقة متجانسة. ويمكن تقسيم أنواع الرش على أساس حجم المحلول المستخدم إلى:

(١ , ٢ , ٤ , ٢) الرش بالحجم الكبير High Volume Spraying (HV)

ويستخدم لذلك موتورات الرش الكبيرة المجرورة أو المحمولة على الجرارات أو سيارة نصف نقل ويصل حجم محلول الرش إلى ٤٠٠-٦٠٠ لتر/ فدان ويتم تغطية جميع أجزاء النبات لذلك تكون الحاجة إلى ضغط مرتفع لدفع محلول الرش في جميع الاتجاهات وتوصيله إلى أعالي الأشجار ولرش المحاصيل التقليدية يلزم الفدان من ٤٠٠-٥٠٠ لتر من محلول الرش.

(٢ , ٢ , ٤ , ٢) الرش بالحجم الصغير Low Volume Spraying (LV)

يستخدم لذلك آلات الرش الصغيرة مثل الرشاشة الظهرية التي يتراوح حجمها من ٥-٢٠ لتر. ويلزم الفدان ١٠٠-٢٠٠ لتر ماء ويتوقف ذلك على كثافة النمو.

(٣, ٢, ٤, ٢) الرش بالحجم المتناهي في الصغر Ultra Low Volume Spraying (ULV)

وفيها يتم رش المبيد بدون تخفيفه بالماء وتعتمد طريقة الرش على تكسير القطرات إلى أحجام متناهية الصغر ULV عن طريق قوة الطرد المركزي لأجهزة رش خاصة لهذا الغرض ويرش الفدان بحجم قدره ٥ , ٠-١ لتر ومن أجهزة الرش الخاصة بذلك مثل Elrctrodyn و Turbair.

(٤ , ٢ , ٤ , ٢) الرش بالطائرات Aerial Spraying

هناك أنواع مختلفة من الطائرات (ذات الجناح الثابت والهليكوبتر) تستخدم في عمليات المكافحة وهي مناسبة في حالة الظروف التي يصعب فيها استخدام الآلات الأرضية أو عندما يستلزم الأمر إلي إتمام المكافحة على وجه السرعة كما هو الحال عند مكافحة الجراد وكذلك في المساحات الشاسعة لكن يعيب الرش بالطائرات هو ارتفاع النفقات الخاصة بالتشغيل والصيانة. وقد يتم رش المستحضرات بعد التخفيف بالماء وذلك بمعدل قدره ١٠ لتر/ فدان أو ترش مباشرة بدون تخيف بمعدل ٥ , ٠-١ لتر/ فدان.

(٣ , ٤ , ٢) التعفير Dusting

يمكن إجراء عمليات التعفير للنباتات المزروعة وأيضاً الأماكن المغلقة باستخدام المساحيق التي لا تتجاوز تركيزات المادة الفعالة بها عن ١٠٪ ويستخدم لذلك العفارات اليدوية أو الموتورية التي تحمل على الظهر أو تجر خلف الجرار حيث يفضل تعفير النباتات في وجود الندى أو بعد تساقط الأمطار. وتمتاز عمليات التعفير بإمكانية استخدامها في حالة عدم توفر المياه، سرعتها مقارنة بالرش الموتوري، أقل ضرراً على النبات مقارنة بالرش، قلة التكاليف وعدم احتياجها إلى عمالة كثيرة، إلا أن يعيب عمليات التعفير ارتفاع تكاليف المستحضرات، نقص فاعليتها في مواسم السكون، زيادة معدلات الانجراف وتلوث المساحات المجاورة.

(٤ , ٤ , ٢) النثر Spreading

وفيها تنثر الحبيبات على المساحة المراد معاملتها أو في خطوط قرب جذور المحصول أو تخلط مع التربة لمكافحة النيماتودا والحشائش ويتم ذلك إما يدوياً أو بآلات خاصة (ناثرة المحببات)، كما يمكن استخدام المحببات في برك المياه الراكدة لمكافحة البعوض.

(٢ , ٤ , ٥) الحقن Injection

وفيها يحقن المبيد أو محلوله في التربة بواسطة محاقن يدوية أو بواسطة آلة حقن محمولة على جرار وقد تحتاج التربة إلى تغطية بعد عملية الحقن للحفاظ على المبيد لفترة أطول وهنا يجب ترك فترة زمنية بين المعاملة والزراعة لتجنب حدوث تسمم نباتي للمحاصيل المزروعة بعد المعاملة.

وتفيد هذه الطريقة في مكافحة النيماتودا والحشائش وبعض أنواع حشرات التربة، كما يمكن حقن الأشجار لمكافحة الأمراض في جذورها وذلك بحفر ثقوب على أبعاد مقدارها ٥٠سم وبقطر ١,٢٥سم وتوضع فيه محاقن خاصة متصلة بخزان يحتوي محلول المبيد مضغوطاً مما يسرع من عملية امتصاص المبيد وبعد الحقن تغلق الثقوب بأغطية خشبية مع الشمع النباتي. هذا وتعطي المستحضرات التي تذوب في الماء أفضل النتائج عند حقن الأشجار.

(٢ , ٤ , ٦) التغطيس Dipping

يتم تحضير محلول المبيد بالتركيز المناسب في الماء وتغطس فيه أعضاء النبات المراد معاملتها وأيضاً الحيوانات لمكافحة المتطفلات الخارجية. ومن أمثلة ذلك يستخدم الدايازينون لمعاملة الأغنام لمكافحة المتطفلات الخارجية، كما يستخدم الفاديت السائل لمكافحة فسائل النخيل لمكافحة النيماتودا.

(٢ , ٤ , ٧) الطلي Painting

وتستعمل هذه الطريقة عادة في مكافحة أمراض تقرح جذوع الأشجار حيث تزال الأجزاء المريضة بواسطة سكين حادة ومن ثم تطلى الجروح بواسطة عجينه رخوة من مستحضر المبيد وتغطى بها جروح النبات. وتستعمل أيضا عملية الطلي بعد تقليم الأشجار لتغطية الجروح الكبيرة، كما تطلى جذوع الأشجار أحياناً بمادة لزجة لمكافحة بعض الحشرات كالنمل والحوائط لمكافحة البعوض والذباب.

(٨ , ٤ , ٢) التدخين والتبخير Fumigation

تستعمل هذه الطريقة في الأماكن المغلقة كالمصانع والمخازن والصوامع والبيوت المحمية لمكافحة الحشرات والأمراض وغالباً ما تعامل تربة المشاتل والبيوت المحمية بهذه الطريقة.

(٩ , ٤ , ٢) الطعوم السامة Baits

تتكون الطعوم السامة من خليط من مادة سامة ومادة غذائية معروف إنها تجذب الحشرات أو الآفات المراد مكافحتها واستخدمت هذه الطريقة لمكافحة الذباب المنزلي بخلط اللبن مع الماء والفورمالدهيد وتلي ذلك استخدام المبيدات مع العسل الأسود لمكافحة الذباب المنزلي وتستخدم الطعوم السامة لمكافحة النمل، ذبابة الفاكهة، الديدان القارضة، الحفارات، الجراد والقوارض. وتستخدم الطعوم السامة تكبشاً حول جذور النباتات أو سيقان الأشجار ويراعى عند عمل الطعم أن تخلط أولاً المواد الجافة جيداً مع بعضها وقبل التطبيق بوقت كاف يضاف إليها الماء ليحدث التخمر.

ومن أمثلة الطعوم السامة التي استخدمت ضد الجراد: ٥٠ جزء نخالة + ١ جزء كلوردين + ١٠ أجزاء عسل أسود + ٣٩ جزء ماء.

(٥ , ٢) الشروط الواجب مراعاتها لنجاح عملية مكافحة الآفات

١-التغطية الكاملة للسطح المعامل وضمان تجانس التوزيع.

٢-كمية المتبقي من المادة الفعالة على الأسطح المعاملة والتي تتوقف على الظروف الجوية المحيطة (الأمطار، الندى، درجة الحرارة، الرياح والرطوبة).

٣-تحديد نوع الإصابة المراد مكافحتها (إصابة حشرية، نيماتودية، فطرية، بكتيرية وقوارض).

٤-تحديد التوقيت المناسب لتنفيذ عملية المكافحة (اختيار أضعف أطوار النيماتودا أو الحشرة لمكافحتها وذلك عن طريق معرفة دورة حياة الآفة).

٥-اختيار المبيد المناسب لقتل الآفة.
٦-اختيار أفضل المركبات من ناحية الفعالية بأرخص الأسعار.
٧-عمل التخفيفات حسب الجرعة الموصى بها بدقة.
٨-الإشراف على العمال القائمين بتنفيذ عمليات الرش من كوادر متخصصة.

(٦ , ٢) اختيار آلات المكافحة

هناك مجموعة من الاعتبارات الواجب وضعها مراعتها عند اختيار آلات الرش مثل المساحة االمطلوب معاملتها حيث يمكن استخدام الطائرات المساحات الشاسعة بينما المساحات الصغيرة وحول المنازل يستخدم آلات الرش الظهرية، طبيعة الأرض حيث تستخدم الآلات المقطورة إذا كانت الأرض مسطحة، بينما تستخدم آلات رش أخرى إذا كانت الأرض شديدة الانحدار، طبيعة الآفات المراد مكافحتها، السرعة المطلوبة للقضاء عليها حيث تستخدم طائرات الرش لمكافحة الجراد، طبيعة النبات المراد رشها (محاصيل حقلية أو أشجار فاكهة أو غابات واسعة)، مدى توفر الماء حيث يفضل استعمال المبيدات الجافة أو الرش بالحجم المتناهي في الصغر في حالة ندرة المياه، ثمن الآلة، سهولة الصيانة وتوفر قطع الغيار، مدى توافر الأيدي العاملة وتكاليف تشغيل الآلة حيث يعتبر استخدام وصيانة طائرات الرش مكلفة للغاية.

الفصل الثالث

المبيدات الحشرية

• مقدمة • أسس تقسيم المبيدات الحشرية • المبيدات غير العضوية • الزيوت • المبيدات ذات الأصل النباتي • الهيدروكروبونات المكلورة • مركبات الفوسفور العضوية • مبيدات الكاربامات • البيرثرينات المصنعة (البيرثرويدات)

(١, ٣) مقدمة

تمثل أماكن دخول المبيد داخل جسم الكائن الحي أهمية كبيرة في تحديد شدة التأثير السام والذي يتأثر بطريقة التعرض، مدى تكرار التعرض والتركيز. فمن المعروف أن الإيروسولات تمتص من خلال الجهاز التنفسي، اما السموم التي تدخل عن طريق الجهاز الهضمي فتصبح أكثر سمية إذا ماكانت محبة للذوبان في الماء، أما المبيدات التي تحدث سميتها من خلال الجلد فيجب أن تكون قابلة للذوبان في الدهون. وقد وجد أن أكثر المبيدات سمية عن طريق الملامسة هي المبيدات التي لها وزن جزيئي يتراوح بين ٣٠٠-٤٠٠ كما هو الحال في حالة الهيدروكربونات المكلورة والبيرثرينات، كما وأن أكثر المركبات فعالية هي المركبات التي تحتوي على حلقة أو حلقتين عطريتين، كما وجد أن الاستبدلات بالمجاميع الكيميائية أو بالذرات المختلفة قد يؤدي إلى زيادة أو انخفاض السمية وهذا يوضح أن العلاقة بين التركيب الكيميائي والنشاط البيولوجي ضد الآفة يتأثر بمجموعة من العوامل مثل نفاذية الكيوتيكل، الوزن الجزيئي للمركب، مدى تصلب الكيوتيكل، نوع التجهيزة، الشكل الفراغي للمركب وعوامل أخرى.

(٣ , ٢) أسس تقسيم المبيدات الحشرية

تقسم المبيدات الحشرية تبعاً لثلاث أسس هي :

(٣ , ٢ , ١) طريقة دخول المبيد إلى جسم الحشرة Mode of Entry

قام العالم براون Brown عام ١٩٥١م بتقسيم المبيدات الحشرية بناءاً على هذا الأساس إلى ثلاث مجاميع هي :

(٣ , ٢ , ١ , ١) السموم المعدية Stomach Poisons

وهي السموم التي تدخل عن طريق الفم فتؤثر على الأمعاء الوسطى للحشرات ومن أمثلة هذه السموم مركبات الزرنيخ والفلور والتي تؤثر على الحشرات ذات أجزاء الفم القارضة.

(٣ , ٢ , ١ , ٢) سموم بالملامسة Contact Poisons

وهي السموم التي تحدث تأثيرها السام بعد امتصاصها من خلال الكيوتيكل مثل مبيد DDT، وهذه المركبات تؤثر على كل من الحشرات ذات أجزاء القارضة والثاقبة.

(٣ , ٢ , ١ , ٣) السموم التنفسية Respiratory Poisons

وهي السموم التي تحدث تأثيرها السام بعد نفاذها في الصورة الغازية عن طريق الفتحات التنفسية مثل المدخنات.

(٣ , ٢ , ٢) آلية إحداث الفعل السام Mode of Action

بناءاً على هذا الأساس قام العالم براون Brown عام ١٩٥١م بتقسيم المبيدات الحشرية إلى :

(٣ , ٢ , ٢ , ١) السموم الطبيعية Physical Poisons

وهي السموم التي تؤثر بدون أن تحدث أي تفاعلات كيميائية داخل الكائن الحي مثل الزيوت، السليكاجل وأكسيد الألمونيوم.

(٣ , ٢ , ٢ , ٢) السموم البروتوبلازمية Protoplasmic Poisons

وهي السموم التي تؤثر على بروتين الخلايا وتسبب ترسيبه مثل أملاح المعادن الثقيلة والأحماض ومعظم هذه السموم سموم معدية.

(٣ , ٢ , ٢ , ٣) السموم التنفسية Respiratory Poisons

وهذه السموم تؤثر على الجهاز التنفسي وأنزيمات التنفس مثل المدخنات والتي من أمثلتها حامض الهيدروسيانيك HCN.

(٣ , ٢ , ٢ , ٤) السموم العصبية Nerve Poisons

وهذه السموم تؤثر على الجهاز العصبي سواء على نظام نقل الإشارات العصبية أو الأنزيمات المسئولة عن نقل الإشارات العصبية أو منطقة الشبك العصبية Synapses أو على المحاور العصبية أو على مضخات دفع الأيونات الموجودة في المحاور العصبية ومن أمثلة هذه السموم مركبات الفوسفور العضوية، الكاربامات، البيروثرويدات و النيكوتين.

(٣ , ٢ , ٢ , ٥) السموم ذات التأثيرات المتعددة أو المختلفة عن السابقة

ومن أمثلة هذه السموم مركبات الثيوسيانات ذات التأثير القابض على حركة القلب، التوكسافين، الألدرين، الدايلدرين، الكلوردين و الروتينون.

(٣ , ٢ , ٣) التركيب الكيميائي Chemical Structure

يعد تقسيم المبيدات الحشرية تبعاً لتركيبها الكيميائي هو الأكثر شيوعا وسهولة في تقسيم المبيدات الحشرية ولذا سوف نتناول هذا التقسيم بالتفصيل. وبناءاً على هذا التقسيم تقسم المبيدات الحشرية إلى اربعة مجاميع هي:

١- المبيدات غير العضوية
٢- المشتقات البترولية والزيوت
٣- المبيدات ذات الأصل النباتي أو المنتجات الطبيعية
٤- المبيدات العضوية المصنعة

(٣ , ٣) المبيدات غير العضوية

أسهمت المبيدات الحشرية غير العضوية ولفترة طويلة في مكافحة الحشرات عندما كانت الساحة خالية من المبيدات العضوية وقد استخدمت هذه المركبات ضد الحشرات ذات الفم القارض وبعض لحشرات ذات الفم الماص والثاقب الماص في صورة طعوم سامة مع المواد الجاذبة أو نثراً في أماكن تجول الحشرات بحيث يغطى السطح

المعامل تغطية كاملة للحصول على مكافحة عالية الكفاءة. وتشمل هذه المبيدات مركبات الزئبق، الزرنيخ، البورون، الثاليوم، الأنتيمون، السيلينيم والفلوريد إلا أن الزرنيخ والذي استخدم في صورة زرنيخات الرصاص كان من أكثر المبيدات غير العضوية التي استخدمت لمكافحة الحشرات حيث استخدم في الولايات المتحدة الأمريكية قبل عام ١٩٦٠م بكميات تفوق استخدام البيرثرينات الطبيعية والروتينويدات.

(١ , ٣ , ٣) مركبات الزرنيخ

يوجد لعنصر الزرنيخ تكافؤين أحداهما ثلاثي التكافؤ (As^{3+}) والذي يكون حامض الزرنيخوز [$As(OH)_3$] وأملاحه تسمى الزرنخيت، أما التكافؤ الآخر فهو خماسي (As^{5+}) والذي يكون حامض الزرنيخات [$O=As(OH)_3$] وأملاحه تسمى الزرنيخات. وبصفة عامة تعتبر مركبات الزرنخيت أكثر ذائبية في الماء وبالتالي لها تأثير أبادي عالي على الحشرات و سمية نباتية عالية ولذا كلما زادت نسبة الزرنيخ في المستحضر كلما زادت سمية المستحضر سواء على الآفة المستهدفة أو على النبات الاقتصادي أو الثدييات، ولذا فمن الضروري خلط المستحضرات المحتوية على الزرنيخ شديدة الذوبان في الماء ببعض المواد التي تحد من ذوبان كمية الزرنيخ المنفرد والذي يذوب في الماء وهذه المواد تسمى بالمواد المصححة Correctors والتي من أمثلتها الجير، الكبريت الجيري وأكسيد الخارصين. ومن الأمور المهمة يجب تجنب خلط مركبات الزرنيخ بالمواد ذات التأثيرات القلوية لتفادي زيادة الزرنيخ الذائب وكذلك يجب تفادي استخدام هذه المركبات في الجو الحار والرطوبة العالية حيث يؤدي ذلك إلى زيادة الضرر للنباتات.

(١ , ١ , ٣ , ٣) أخضر باريس Paris Green

يتكون أخضر باريس من مخلوط من خلات النحاس $(CH_3COO)_2Cu$ مع ثلاثة جزيئات من زرنخيت النحاس $Cu(AsO_2)_2$. وقد تم استخدام هذا المركب في الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٨٦٧م في مكافحة خنفساء كلورادو في حقول البطاطس وكذلك كطعوم سامة للحفارات، الدودة القارضة، النطاط والجراد. ويعيب هذا المركب عدم ثبات مستحضراته ولا يلتصق بثبات بالنباتات المعاملة علاوة على سميته للثدييات و النباتات.

(٢, ١, ٣, ٣) زرنيخات الرصاص

الصورة الشائعة هي أورثوزرنيخات الرصاص الحامضية $PbHAsO_4$ والتي تحتوي على زرنيخ بنسبة ٢٠٪ وتذوب في الماء بنسبة ٢٥, ٠٪ و يسبب سمية نباتية تحت الظروف القلوية وقد استخدم هذا المركب في مكافحة عثة الملابس.

(٣, ١, ٣, ٣) زرنيخات الكالسيوم

تحتوي زرنيخات الكالسيوم على كميات من الزرنيخ تصل إلى ٣٧٪ ولها تأثير أبادي عالي حيث استعملت خلطاً مع الجير ومسحوق الكبريت بدرجة كبيرة في مكافحة دودة ورق القطن.

آلية إحداث الفعل السام للزرنيخ

ويحدث الزرنيخ تأثيره السام عن طريق :

١ - إحداث خلل في نظام الأكسدة الفوسفورية في عمليات التنفس واللازمة لانطلاق الطاقة الحيوية داخل الجسم.

٢ - تثبيط الأنزيمات المحتوية على مجموعة السلفاهيدريل (SH–).

٣- ترسيب بروتين الخلايا.

(٢, ٣, ٣) مركبات الفلور

تُعد مركبات الفلور سموم بروتوبلازمية ذات سمية على الحشرات تفوق مركبات الزرنيخ. وتختلف مستحضرات الفلور فيما بينها في درجة ذوبانها في الماء، فمركبات الفلور مثل فلوريد الصوديوم شديد الذوبان في الماء استخدم لمكافحة الحشرات المنزلية وفلوريد البوتاسيوم لوقاية الأخشاب، أما المركبات قليلة الذوبان مثل فلوريد الباريوم فاستخدمت على النباتات ضد الفراشات.

(١, ٢, ٣) فلوريد الصوديوم NaF

يُعد فلوريد الصوديوم سم معدي استخدم كطعوم سامة للحشرات خاصة الحشرات المنزلية مثل الصراصير و النمل وهو يحتوي على الفلور بنسبة ٢, ٤٥٪ .

(٢ , ٢ , ٣ , ٣) فلوألومينات الصوديوم (الكريوليت) Na_3AlF_6

تحتوي مادة فلوألومينات الصوديوم على الفلور بنسبة ٥٤٪ ونسبة ذوبانها في الماء ٠٦ , ٠٪ وليس لها تأثير سام على النباتات إلا تحت الظروف الرطبة.

(٣ , ٢ , ٣ , ٣) فلوسليكات الصوديوم Na_2SiF_6

تحتوي مادة فلوسليكات الصوديوم على الفلور بنسبة ٦٠٪ ونسبة ذوبانها في الماء ٦٥ , ٠٪ وتتحلل في وجود الرطوبة مكونة فلوريد الصوديوم وفلوريد الهيدروجين ولها تأثير سام على النباتات أعلى من الكريوليت وقد استخدمت هذه المادة ضد ذبابة الفاكهة.

(٣ , ٣ , ٣) مركبات الفوسفور غير العضوية

تحدث مركبات الفوسفور غير العضوية تأثيرها السام ضد الآفة المستهدفة حال توفر الرطوبة التي تعمل على تحلل مثل هذه المركبات فينتج غاز الفوسفين PH_3 شديد السمية.

(١ , ٣ , ٣ , ٣) فوسفيد الزنك Zn_3P_2

يعتبر فوسفيد الزنك من أهم وأكثر مركبات هذه المجموعة استعمالاً حتى الآن في مكافحة الفئران، كما يستخدم كطعوم سامة ضد الحفار، الجراد و الدودة القارضة.

(٢ , ٣ , ٣ , ٣) فوسفيد الألومنيوم AlP

يستخدم فوسفيد الألومونيوم تجارياً ضد حشرات الحبوب المخزونة في الصوامع ومخازن الغلال، مكافحة الفئران وخاصة في الجحور وكذلك مكافحة سوسة النخيل الحمراء في أشجار النخيل وذلك عن طريق وضع أقراص الفستوكسين داخل جذوع الأشجار ثم غلقها جيداً بالقار أو بشمع البرافين. وفوسفيد الألومونيوم له اسماء تجارية عديدة مثل الفستوكس Phostox أو الفستوكسين.

(٤ , ٣ , ٣) الزيوت المعدنية والبترولية

تستخدم الزيوت المعدنية والبترولية في صور مختلفة مثل زيت الفرن الثقيل أو الزيت الخام على الأشجار المتساقطة الأوراق خلال فترة السكون أو تستخدم في صورة

عالية النقاوة خلطاً مع المبيدات أو تستخدم كمواد حاملة للمبيدات الحشرية أو كمواد لاصقة في مستحضرات المساحيق ومحاليل الرش. وتستخدم بعض الزيوت النقية لمكافحة يرقات البعوض ومعاملة الدواجن لحمايتها من الأكاروسات. وتمتاز الزيوت بقلة التكاليف، كفاءة جيدة ضد بعض الحشرات و انخفاض سميتها للثدييات.

(٥ , ٣ , ٣) المساحيق القاتلة بالجفاف

تشمل هذه المساحيق كل من الرماد، تراب الطرق، الفحم النباتي، كربونات الماغنسيوم، كربونات الكالسيوم ومسحوق الألومينا حيث تقوم هذه المساحيق بامتصاص ونزع الماء Dehydration الموجود في كيوتيكل الحشرات مثل الفحم النباتي أو تقوم بخدش الكيوتيكل كما في حالة أكسيد الألومينا والسيلكاجيل وبالتالي تموت الحشرات نتيجة حدوث جفاف لها.

(٦ , ٣ , ٣) مركبات البورون

يُعد البوراكس وحمض البوريك من أشهر مركبات البورون التي استخدمت ضد الحشرات حيث استخدم البوراكس لمكافحة الصراصير، بينما استخدم حامض البوريك لمكافحة الديدان.

(٧ , ٣ , ٣) مركبات الثاليوم، الأنتيمون والسيلينيم

استخدمت كبريتات وخلات الثاليوم في تحضير الطعوم السامة لمكافحة النمل والفئران، بينما استخدمت طرطرات البوتاسيوم والأنتيمون لمكافحة التربس على نباتات الزينة، فيما استخدمت مركبات السيلينيم مخلوطة مع الكبريت في مكافحة الأكاروس والمن.

(٤ , ٣) الزيوت

تعرف الزيوت بإنها مواد هيدروكربونية تتكون بصفة أساسية من عنصري الكربون والهيدروجين وقد تحتوي على الأكسجين في صورة أستر كما هو الحال في حالة الجليسريدات أو تحتوي على الأكسجين في صورة كيتون أو هيدروكسيل كما هو الحال في حالة عديد من الزيوت الأساسية و زيت الخروع.

(١ , ٤ , ٣) مصادر الزيوت

(١ , ١ , ٤ , ٣) الزيوت المعدنية أو البترولية

استعمل الزيت الخام للبترول عام ١٨٦٥م في أمريكا لمكافحة الحشرات القشرية على الأشجار، كما تم إضافة عوامل استحلاب مثل الصابون للزيوت وتخفيفها بالماء لاستعمالها في تطهير المخازن. أيضاً استخدمت الزيوت البارافينية الناتجة من التقطير التجزيئي للبترول صيفاً. ويستخدم الكيروسين وهو أحد نواتج البترول في مكافحة يرقات البعوض وذلك برش أماكن تواجده وتوالده في البرك والمستنقعات والمياه الراكدة. وتعتبر زيوت التشحيم الأكثر أهمية المستخدمة كزيوت رش.

(٢ , ١ , ٤ , ٣) الزيوت القطرانية

تشمل الزيوت القطرانية كل من القطران و الكريزوت و تتميز المشتقات الناتجة عن تقطير الفحم بإنها مركبات حلقية أو عطرية Aromatic compounds، بينما المشتقات الناتجة عن البترول بإنها مشتقات بارافينية Parafins وليس لها كفاءة أبادية عالية كمبيدات آفات. هذا وتستخدم المشتقات الناتجة عن البترول والكريزوت في معاملة الأخشاب بغرض وقاية الأخشاب ضد النمل الأبيض (الأرضة). ويجب التنويه هنا إلى عدم استخدام الكريزوت لمعاملة الأثاث والأرضيات الخشبية داخل المنازل نظراً لرائحته النفاذة وملمسه الصابوني.

(٣ , ١ , ٤ , ٣) الزيوت النباتية

استخدمت الزيوت النباتية في مكافحة عديد من الآفات فقد استخدمت زيوت الخضروات في مكافحة البياض الدقيقي، بينما استخدمت زيوت النيم والقرنفل في مكافحة فطر الفيوزاريوم المسبب لمرض الذبول، كما أن بعضها مثل المنتور والكافور والقرنفل تستخدم كمواد جاذبة عند تحضير الطعوم السامة أو كمواد منشطة مثل زيت السمسم والسترونيلا.

(٢, ٤, ٣) المواصفات القياسية للزيوت المستخدمة كمبيدات آفات

تختلف الزيوت فيما بينها من حيث كفاءتها الإبادية تبعاً للمعايير التالية :

(١, ٢, ٤, ٣) درجة التطاير Volatility

تُعد الزيوت المستخدمة في عمليات الرش هو الجزء الذي يتقطر في المدى من ٥٠٠-٧٥٠° فهرنهيت (٣٣٠-٣٧٥°م) وعند هذا المدى يتقطر ٥٠٪ من حجم الزيت عند معدل الضغط و درجة الحرارة القياسيين STP. فكلما قلت درجة التطاير أصبح الزيت ثقيلاً وبالتالي زادت فاعليته ضد الحشرات مع إمكانية إحداث سمية نباتية ولذا هذه الزيوت الثقيلة يجب استعمالها كزيوت رش شتوية والعكس صحيح فكلما كانت الزيوت خفيفة استخدمت كزيوت رش صيفية.

(٢, ٢, ٤, ٣) الكثافة Density

يجب ألا تقل الكثافة النوعية لزيوت الرش عن ٨٣, ٠-٩٠, ٠ جرام/ مل عند درجة حرارة ٥, ١٥°م.

(٣, ٢, ٤, ٣) نقطة الانسكاب

تعرف نقطة الانسكاب بإنها درجة الحرارة التي عندها لا ينسكب الزيت عند تبريده لدرجة حرارة منخفضة و حتى يصبح الزيت مطابقاً للمواصفات القياسية لزيوت الرش يجب ألا تزيد نقطة الانسكاب عن ٢٠° فهرنهيت (-٦, ٦°م). وتعطي نقطة الانسكاب دلالة على مدى خلو الزيت من الشموع وبالتالي الصورة التي يتواجد عليها الزيت عند درجات الحرارة المنخفضة.

(٤, ٢, ٤, ٣) الحموضة Acidity

يجب ألا تزيد حموضة زيت الرش عن ٠٣, ٠٪ حتى يصبح الزيت مطابقاً للمواصفات القياسية لزيوت الرش.

(٥, ٢, ٤, ٣) درجة اللزوجة

تُعد درجة اللزوجة مقياساً لسيولة الزيت و تعرف اللزوجة بإنها عدد الثواني اللازمة لمرور حجم قدره ٦٠ سم^{3} من الزيت خلال فتحة محددة الأبعاد في

جهاز قياس اللزوجة على درجة حرارة ٣٧,٨°م حيث يجب أن تكون هذه الفترة الزمنية في حدود ٤٦-٧٠ ثانية حتى يصبح الزيت مطابقاً للمواصفات القياسية. وتعتبر الزيوت عالية اللزوجة ذات كفاءة أبادية عالية ضد الحشرات إلا إنه في نفس الوقت تكون لها تأثير ضار على النباتات ولذا تستعمل هذه الزيوت شتاءً أثناء تساقط المجموع الخضري أي أثناء فترة سكون النباتات، بينما الزيوت ذات اللزوجة الأقل (الخفيفة) فإنها تستعمل صيفاً حيث إنها تعتبر أقل ضرراً للنباتات المرشوشة.

(٦, ٢, ٤, ٣) الرقم اليودي

يعرف الرقم اليودي بإنه كمية اليود اللازمة للتفاعل مع حجم معين من الزيت. ويعتبر الرقم اليودي مقياس لدرجة عدم التشبع بالزيوت أو بمعنى آخر مقياس لدرجة النقاوة.

(٧, ٢, ٤, ٣) درجة النقاوة

تعني النقاوة عدم وجود هيدروكربونات غير مشبعة سواء أوليفينية أو عطرية في الزيت. وتقاس درجة النقاوة بواسطة تفاعل الكبرتة أو القابلية للكبرتة Sulfonation وهي عبارة عن كمية حامض الكبرتيك التي تتفاعل مع المركبات غير المشبعة الموجودة في حجم معين من الزيت. يجب ألا تقل نسبة المواد غير المكبرتة (Unsulfonated Ratio, USR) عن ٩٢٪ حتى يصبح الزيت مطابقاً لمواصفات زيوت الرش.

(٨, ٢, ٤, ٣) التركيب الكيميائي

تتكون زيوت البترول من السلاسل البارافينية والحلقات النافثينية والعطرية وتعبر نسبة الكربون في هذه المكونات عن مدى كفاءة الزيت كزيت رش، ويعتبر الزيت البارافيني هو الأكثر كفاءة حيث يجب أن لا تقل نسبة عدد ذرات الكربون البارافيني عن ٦٠٪ حتى يصبح الزيت مطابقاً لمواصفات زيوت الرش.

(٣ , ٤ , ٣) استخدامات زيوت الرش

تمتاز زيوت الرش بقدرتها العالية على الانتشار وتغطية السطح المعامل ورخيصة الثمن وذات أمان عال عند استخدامها مقارنة بالمبيدات التقليدية. من ناحية أخرى يعيب زيوت الرش عدم ثباتها أثناء التخزين وذات فاعلية متوسطة ضد الحشرات وبعضها له سمية نباتية، بالاضافة إلى إحداث تلف لخراطيم الرش وانسداد البشابير Nozzles. وهناك استخدامات عديدة لزيوت الرش سواء في المجالات الزراعية أو البيطرية أو الصحة العامة.

١- تستخدم كزيوت رش شتوية أثناء السكون أي أثناء تساقط المجموع الخضري بحيث تكون ذات درجة تطاير منخفضة ولزوجة عالية وليس من الضروري أن تكون على درجة عالية من النقاوة.

٢- تستخدم كزيوت رش صيفية بحيث تكون على درجة عالية من النقاوة ولزوجة منخفضة وذات درجة تطاير أعلى من الزيوت الشتوية.

٣- تستخدم الزيوت كمبيدات بيطرية رشاً على الحيوانات أو بغمر الحيوانات لمكافحة القراد والحلم.

٤- تستخدم الزيوت المعدنية كمواد حاملة أو مخففة للمبيدات.

٥- تستخدم الزيوت المعدنية كمواد جاذبة للحشرات في الطعوم السامة.

٦- تستخدم الزيوت المعدنية كمبيدات حشائش.

٧- تستخدم الزيوت المعدنية كزيت في تجهيز المبيدات.

٨- يستخدم الكريزوت لمكافحة النمل الأبيض وحماية الأخشاب.

(٤ , ٤ , ٣) آليات التأثير السام للزيوت المعدنية

هناك عدة آليات مقترحة لتفسير ميكانيكية إحداث الفعل السام للزيوت المعدنية:

١- قد تقوم الزيوت المعدنية بسد القصبات الهوائية للحشرات مما يؤدي إلى موتها عن طريق الخنق وذلك عند رش سطح الماء بالزيوت لمكافحة يرقات البعوض.

٢- تقوم الزيوت بخفض التوتر السطحي للماء مما يجعل اليرقات لا تستطيع أن تثبت نفسها في الطبقة تحت السطحية من الماء المعرض للهواء الجوي وبالتالي يحرمها من القدرة على التنفس.

٣- يعمل الزيت المرشوش فوق سطح الماء كحاجز يمنع اتصال الجهاز التنفسي لليرقة (السيفون Siphon) بالهواء الجوي مما يؤدي إلى خنق اليرقات.

٤- لكون الزيوت مواد عضوية فإنها تزيد من تبلل كيوتيكل الحشرات فتموت غرقاً في الماء.

٥- تمتص اليرقات التي تعيش في الماء بعض المركبات السامة التي تتواجد في الزيوت فتتأثر بها.

٦- دخول الزيت إلى القصبات الهوائية مما يترتب عليه التأثير على الأنسجة المجاورة وذلك كأي سم بالملامسة.

أما ميكانيكية التأثير على بيض الحشرات فقد ترجع إلى قدرة الزيت على الانتشار والتغلغل حيث يقوم الزيت بتغليف البيض مما يعيق فقس البيض أوقد ينفذ الزيت داخل البيضة ويحدث تجمع بروتوبلازمي أو يؤثر الزيت على اليرقات أو الحوريات الفاقسة من البيض بالملامسة.

(٥ , ٤ , ٣) تجهيزات الزيوت التجارية المتاحة في الأسواق

١- زيوت الخلط: وفيها يكون الزيت منفصل عن عامل الاستحلاب حيث يوضع الماء أولاً في خزان موتور الرش في وجود عامل استحلاب مع التقليب ثم يضاف الزيت والتقليب.

٢- مستحلبات الزيوت المركزة (المايونيز): وهى مستحضرات تتكون من الزيت و عامل استحلاب وقليل من الماء فيصبح المستحضر في شكل المايونيز. وعند الاستخدام الحقلي لهذه المستحضرات تخفف بالماء لتعطي مستحلب. ويعيب هذه المستحلبات بإنها لا تتحمل التخزين.

٣- الزيوت القابلة للمزج: وهي تتكون من زيت وعامل استحلاب وعند تخفيفها بالماء يتكون المستحلب.

(٣, ٥) المبيدات ذات الأصل النباتي Botanical Pesticides

(٣, ٥, ١) البيرثرينات أو البيرثرم Pyrethrins

تُعد أزهار نبات البيرثرم الجافة والتي تتبع النوع كريزانثيم سينراريافوليم *Tanacetum (=Chrysanthemum=Pyrethrum) cinerariaefolium* المصدر الرئيسي للمركبات الفعالة كمبيدات حشرية وموطنها الأصلي اليابان وكينيا. وقد تم اكتشاف الفعل الإبادي للبيرثرم في الصين ثم انتقل إلى إيران في العصور الوسطى حيث أن رؤوس الأزهار الجافة كانت تعرف حينذاك باسم المسحوق الفارسي للحشرات. وقد تم تسجيل استخدامه في مطلع القرن التاسع عشر عندما عرف في فرنسا، الولايات المتحدة واليابان. وتعتبر حاليا شرق أفريقيا، الإكوادور، غينيا الجديدة وأستراليا أهم مناطق إنتاج البيرثرم. وقد وصل إنتاج هذا المركب في الفترة من ١٩٢٠-١٩٧٢م حوالي ٢٠,٠٠٠ طن من مجفف زهور هذا النبات. والمستحضر المستخدم في مكافحة الحشرات يوجد تحت اسم بيرثرين Pyrethrin والذي يتميز بإنه قليل الضرر للثدييات والنباتات ولكنه شديد الفعالية ضد الحشرات وتتواجد المادة الفعالة في الأزهار وتصل نسبتها إلى أقصاها عند تمام نضج الأزهار، بينما السيقان تحتوي على عشر التركيز الموجود في الأزهار. وقد كان يستعمل البيرثرم في صور مطحون الأزهار أو بحرق الأزهار واستخدام الدخان المتصاعد لمكافحة البعوض والآفات المنزلية الأخرى أو في صناعة الإيروسولات لمكافحة البعوض أثناء الحرب العالمية الثانية لحماية الجنود من البعوض. وحاليا تستخدم البيرثرينات على نطاق تجاري واسع في صناعة الإيروسولات بحيث تحتوي على بعض البيرثرينات المصنعة ومواد منشطة مثل الببرونيل بيوتوكسيد.

وعادة يتم استخلاص المواد الفعالة من الزهور الجافة باستخدام بعض المذيبات العضوية مثل البتروليم إيثير، الهكسان و الإيزوبروبيل إيثير ثم يعاد الاستخلاص بمحلول قلوي مع النيتروميثان فنحصل على مخلوط من الإسترات ثم تنقية المستخلص بواسطة الميثانول أو بواسطة ثاني أكسيد الكربون.

يرجع الفعل الإبادي في المستخلص لوجود ستة إسترات هي البيرثريـن I، البيرثـرين II، الجاسـمولين I، الجاسـمولين II، السينيريـن I، السينيريـن II، وهذه الإسـترات ناتـجة من وجود زوج من الأحـماض هما Trans-Pyrethric acid -(+) و Trans-Chrysanthemic acid -(+) مع ثـلاثـة كحول هي Cinerolone-(+)، Pyrethrolone -(+) و Jasmoline -(+) ليتكون ستة أنواع من الإسترات. وفيما يلي التركيب الكيميائي لهذه الأحماض والكحولات :

(+)-Trans-Pyrethric acid

(+)-Trans-Chrysanthemic acid

(+)-Jasmolone

(+)-Cinerolone

(+)-Pyrethrolone

والهيكل الأساسي للإسترات يمكن توضيحه كما يلي :

$R = -CH_3$ or $-CO_2CH_3$

$R_1 = -CH{=}CH_2$ or $-CH_3$ or $-CH_2CH_3$

١ مجموعة الألكيل المستبدلة R1	مجموعة الألكيل المستبدلة R	اسم الإستر
$CH=CH_2$	CH_3	بيرثرين (١) Pyrthrin I
$CH=CH_2$	$COOCH_3$	بيرثرين (٢) Pyrthrin II
CH_3	CH_3	سينرين (١) Cinerin I
CH_3	$COOCH_3$	سينرين (٢) Cinerin II
CH_2-CH_3	CH_3	جاسملون (١) Jasmolin I
CH_2-CH_3	$COOCH_3$	جاسملون (٢) Jasmolin II

ولقد أدي نجاح هذه المستخلصات إلى محاولات عديدة في سبيل تخليق مركبات تماثل البيرثرينات الطبيعية في التركيب الكيميائي والكفاءة الإبادية مع تلافي عيوب التحلل الضوئي وعدم الثبات الأمر الذي أدى لتصنيع عديد من البيرثرينات المصنعة أو ما يسمى البيروثرويدات (Pyrethroides) التي تحتل الآن دوراً أساسياً في مكافحة الآفات الزراعية. وتبلغ نسبة بيرثرين (١) في المستخلص حوالي ٣٥٪، نسبة بيرثرين (٢) حوالي ٣٢٪، نسبة سينرين (١) حوالي١٠٪، نسبة سينرين (٢) حوالي ١٤٪، نسبة جاسملون (١) حوالي ٥٪، بينما تبلغ نسبة جاسملون (٢) حوالي ٤٪. ويعتبر بيرثرين(١) هو الأكثر أهمية للمكون الطبيعي حيث أن له تأثير قاتل Lethal effect، في حين أن بيرثرين (٢) له تأثير صاعق سريع Knock-down. هذا وتعتبر الجاسمولونات Jasmolins أقل الإسترات فاعلية مقارنة بالإسترات الأخرى.

ففي الولايات المتحدة الأمريكية تبلغ نسبة المستخلص من البيرثرين ٤٥-٥٥٪ وزن/ وزن من البيرثيرينات الكلية وتبلغ النسبة بين بيرثرين (١) و بيرثرين (٢) حوالي ٨, ٠-٨, ٢: ١، بينما نسبة البيرثرين: السينيرين: الجاسملون تبلغ ٧١ :٢١: ٧، أما في أوروبا فإن مستخلص البيرثرم يحتوي على بيرثرينات بنسبة قدرها ٢٥±٥, ٠٪.

ويرجع التأثير السام للبيرثيرنات على الحشرات إلى ارتباطها بقنوات ضخ الصوديوم Sodium Pumps في الخلايا العصبية للحشرات مما يؤدي إلى إطالة فترات فتح هذه القنوات فتسبب صدمة عصبية للحشرات ثم تموت. وتعتبر البيرثرينات سموم بالملامسة وليس لها أي تأثير جهازي على الإطلاق. وهي تستخدم في مجال الصحة العامة لمكافحة الآفات التي تصيب الحيوانات المزرعية وكذلك لمكافحة آفات المنتجات المخزونة، الحشرات القارضة والماصة التي تهاجم المحاصيل الحقلية وأشجار الفاكهة. وعادة يتم خلط البيرثرينات مع بعض المواد المنشطة مثل البيرونيل بيوتوكسيد المثبط لبعض الأنزيمات المزيلة لسمية البيرثرينات Detoxifying Enzymes. وتجهز البيرثرينات في صورة إيروسولات، مساحيق قابلة للتعلق، مركزات قابلة للاستحلاب، الرش بالحجم المتناهي في الصغر ومساحيق قابلة للبلل وتحت اسمAlfadex، Evergreen، Exciter ، Milon، وPyrocide.

وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لذكور فئران التجارب حوالي ٢٧٣-٧٩٦ مجم/ كيلوجرام. ويعتبر البيرثرم متوسط الضرر(II) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية حيث إنها تتحلل بسرعة في معدة الثدييات إلى نواتج هدم غير سامة. ويعيب البيرثرينات سميتها الشديدة للأسماك ونحل العسل.

٢- الروتينون والروتينويدز Rotenone & Rotenuids

في الماضي البعيد كان سكان جزر المالايا يستخدمون نبات التوبا Tuba من العائلة البقولية في صيد الأسماك وكان الجنس Derris أكثر فعالية ضد السمك والحشرات. وقد تم التعرف على خواصه الإبادية للصينيين قبل أن يقوم العالم جيوفري Geoffrey في عام ١٨٩٥م بعزله وفصله .وفي عام ١٩١٢تم فصل الروتينون من جذور نبات *Lonchocarpus* ،*Derris chinensis* و *Tephrosia spp*. و في عام ١٩٣٣م تم التعرف على تركيب الروتينون بواسطة LaForge وآخرون. وبعد ذلك تم الكشف عن أربعة مشتقات للروتينون من أنواع أخرى من النباتات البقولية أطلق عليها أشباه الروتينون أو ما تسمى الروتينويدات Rotenoids.

CH3
C = CH2
H
E O
O
O B C D
A
H
CH3O O
OCH3

Rotenone
(2R,6aS,12aS)-1,2,6,6a,12,12a-hexahydro-2-isopropenyl-8,9-dimethoxychromeno [3,4-b]furo[2,3-h]chromen-6-one

وتشمل الروتينويدات كل من: Deguelin, Sumatrol, Toxicarol, 7,8-Dehydrorotenone والتي لها التراكيب الكيميائية التالية:

O E $-CH_3$ CH_3 | O C O | OH O E $-CH_3$ CH_3 | OH D

Deguelin **7,8-Dehydrorotenone** **Toxicarol** **Sumatrol**

ويتميز الروتينون بفعله البطيء ضد الحشرات سواء عند المعاملة بالحقن أو بالملامسة. وتؤثر هذه المركبات عن طريق تثبيط المرافق الإنزيمي $NADH_2$ حيث تقوم هذه المركبات بتثبيط أكسدة الجلوتاميت في عضلات الحشرات.

ويحدث الروتينون تأثيره السام عن طريق التأثير على سلسلة نقل الإلكترون في الجهاز التنفسي. وللروتينون تأثير بالملامسة وكسم معدي على الحشرات ولحد ما تأثير على الأكاروسات. ويستخدم حالياً بتركيز ٠٠٥ , ٠-٢٥ , ٠ جزء في المليون لتقليل تعداد الأسماك في مزارع تربية الأسماك. وللروتينون تحت أسماء تجارية مثل : Chem Sect، Cube root، Noxfire، Liquid Derris FS، Chem-Fish، Synpren Fish، Prenfish و Devcol Liquid Derris.

وتبلغ قيمة LD_{50} للروتينون عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ٣٥٠ مجم/ كيلوجرام، بينما تقدر الجرعة المميتة للإنسان حوالي ٣٠٠-٥٠٠ مجم/ كيلوجرام وهو أكثر سمية للإنسان عن طريق التنفس عنه عن طريق الفم. ويعتبر الروتينون متوسط الضرر (II) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية.

(٣ , ٥ , ٣) النيكوتين Nicotine

استخدم مستخلص أوراق الدخان منذ عهد بعيد في مكافحة الآفات ووقاية البذور والتقاوى من الإصابة بالآفات. وقد تم عزل النيكوتين من أكثر من ١٨ نوعا من الدخان *Nicotiana* ومن بينها *rustica* و *tabacum* حيث يستخدم النوع الأول لاستخلاص النيكوتين منه والذي تبلغ نسبة المادة الفعالة فيه ١٨٪، بينما النوع الثاني يستخدم في أغراض التدخين والذي تبلغ نسبة المادة الفعالة فيه ٦٪. وللنيكوتين مشابهين ضوئيين هما المشابه L والمشابه D والصورة L أكثر سمية من الصورة D ضد الحشرات. ويتم استخلاص النيكوتين بتقطير الأوراق المنقوعة مع الماء أوتجفيف أوراق النبات وطحنها وإذابتها في مذيبات عضوية مثل الاثير والبنزين ثم يتم تقطيرها. والجدير بالإشارة أن النيكوتين سريع التحلل نسبياً تحت تأثير الضوء والهواء.

والتركيب الكيميائي للنيكوتين هو:

Nicotine
(S)-3-(1-methylpyrrolidin-2-yl) pyridine

هذه المكونات وغيرها عبارة عن أشباه قلويات أو ما تسمى قلويدات Alkoloides ومن أهمها النورينكوتين الذى يمثل ١٪ من محتويات أوراق نبات الدخان و الأناباسين الذي يتواجد في شجرة الدخان من النوع *N. gluca* بنسبة ١-٢٪ في المتوسط.

Anabasine Nornicotine

ويعتبر وجود حلقة البيروليدين شرط أساس لوجود السمية وكذلك الارتباط (٢-٣) هو أكثر المشتقات فاعلية وذلك لتوفير المسافة المطلوبة بين ذرتي النيتروجين لاعطاء أعلى سمية. كذلك نيتروجين الحلقة مع البيريدين يجب أن تكون رقم حموضته (pH) بين ٨-٩، كذلك حدوث عدم تشبع في الحلقة المرتبطة مع البيريدين Pyridine يؤثر على السمية حيث تنخفض السمية عشر مرات عند وجود رابطة مزدوجة واحدة و١٣ مرة عند وجود رابطتين مزدوجتين. ويعيب النيكوتين إنه شديد السمية للإنسان والحيوانات الراقية وكذلك شديد التكلفة وسلوك مخلفاته مازال محل جدل كبير وتحدث له أكسدة في الضوء مما يقلل من أثره الإبادي على الحشرات المستهدفة.

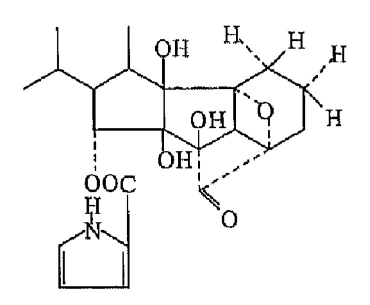
ويعمل النيكوتين كمبيد غير جهازي لكنه يعمل أيضا كسم تنفسي وله تأثير خفيف كسم بالملامسة وسم معدي حيث يؤثر النيكوتين على مستقبلات الأسيتايل كولين AChR في الجهاز العصبي.

ويستخدم النيكوتين لمكافحة المن، التربس، الذبابة البيضاء، عديد من الحشرات داخل البيوت المحمية حيث يجهز في صورة مستحضرات جافة أوسائلة وهذا يستدعي تحرير النيكوتين نفسه من مستحضراته عند التطبيق حتى يحدث التأثير المطلوب لذلك تضاف المنشطات مثل الصابون و كازينات الكالسيوم وتحت أسماء تجارية عديدة منها Nico Soap، No-Fid وXL All Nicotine . وتبلغ قيمة LD_{50} لذكور الفئران عن طريق الفم حوالي ٥٠-٦٠ مجم/ كجم. والنيكوتين سام للإنسان عن طريق التنفس والملامسة للجلد حيث يمتص

بسهولة من خلال الجلد. وتصل الجرعة القاتلة للإنسان عن طريق الفم حوالي ٤٠-٦٠ مجم. ويعتبر النيكوتين عالي الضرر (Ib) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية WHO.

(٤ , ٥ , ٣) مركبات مستخرجة من نباتات الريانا Ryania

تحتوي مستخلصات جذور وسيقان نباتات الريانا *Ryania speciosa* على بعض أشباه القلويدات الفعالة Alkaloids بنسبة ٠٢ , ٠٪ والمعروفة باسم الريانودين Ryanodine والذي يتهدرج ويتحول الى مشتق ثابت هو Anhydroryanodine. كما تحتوي مستخلصات الريانا على مركبات أخرى مثل مركب 9,21-dehydroryanodine وريانودينات أخرى. وتؤثر الريانا على الحشرات بالملامسة وكسم معدي وتأثيراتها بطيئة وتحدث زيادة في معدل استهلاك الأكسجين وكذلك نقصا ملحوظا في الكفاءة التناسلية للحشرات مع انخفاض حركتها ثم إحداث شللاً ثم الموت. وقد استخدمت هذه المستخلصات أساسا ضد الثاقبات في الذرة. ويعيب الريانا التكلفة العالية لتجهيزها وكذلك عدم ثباتها قبل استخدامها. ولمستخلصات الريانا أسماء تجارية عديدة مثل Natur-Gro R-50 ، Rynotox ، Ryania و Natur-Gro Triple Plus.



Anhydroryanodine

(٦ , ٣) الهيدروكربونات المكلورة Chlorinated Hydrocarbons

(١ , ٦ , ٣) مركب DDT

تعتبر مركبات هذه المجموعة من أوائل المركبات التي فتحت مجالا جديدا في مكافحة الآفات فقد استخدمت على نطاق واسع ضد العديد من الآفات الضارة من مختلف الرتب والعائلات. وبالصدفة البحتة تمكن العالم الألماني Zeidler عام ١٨٧٤م من تحضير

مركب DDT دون أن يعلم شيئا عن أهميته في مجال مكافحة الآفات حتى تمكن العالم Müller عام ١٩٣٩م من اكشاف فاعلية مركب DDT على الحشرات وأنشيء أول مصنع لتحضير هذا المركب في أمريكا عام ١٩٤٣م بعد ثبوت فعاليته ضد العديد من الآفات حيث استخدم مركب DDT في مكافحة الآفات التي لها علاقة بالصحة العامة مثل الذباب والبعوض والقمل وكذلك ضد العديد من الآفات الزراعية. ونظرا للاستخدام المكثف لمركب DDT وللمركبات التابعة لنفس المجموعة تمكنت الحشرات من اكتساب صفة المقاومة بل وظهرت مقاومة مشتركة بين مبيدات الكلور العضوية وغيرها من المجموعات الأخرى.

ويمتاز مركب DDT بقلة سميته الحادة للإنسان والثدييات ولكن يعيبه الثبات العالي في البيئة وتخزينه في دهن أجسام الحيوانات مما قد يخشى من قدرته على إحداث تأثيرات سرطانية.

ومازالت بعض الدول تعتمد على هذا المركب في مكافحة البعوض نظراً لكفاءته العالية ضد حشرات الصحة العامة، لرخص سعره وانخفاض سميته الحادة للإنسان.

تحضير مركب DDT :

يحضر مركب DDT بتفاعل الكورال (١٤٧ جزء) مع كلوريد البنزين (٢٢٥ جزء) في وجود حامض الكبريتيك المركز (١٠٠ جزء) حسب التفاعل الآتي :

$$Cl-C_6H_4 + Cl_3CCHO \xrightarrow{H_2SO_4} Cl-C_6H_4-CHOHCCl_3 \xrightarrow{H_2SO_4} Cl-C_6H_4-CH(CCl_3)-C_6H_4-Cl$$

كلوريد البنزين الكلورال DDT

$$Cl-C_6H_4-CH(CCl_3)-C_6H_4-Cl$$

DDT

1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-chlorophenyl)ethane

أو **p,p'-Dichloro diphenyl -1,1,1-trichloroethane**

ويعتبر المشابه p,p' هو المركب الفعال والمسئول عن الإبادة ضد الحشرات والذي يمثل ٧٠٪ من ناتج التحضير وإذا اختلف وضع ذرات الكلور على الحلقة فإن المركبات الناتجة تعرف باسم مشابهات لمركب DDT (DDT isomers) ، أما استبدال ذرات الكلور الموجودة على الحلقة بمجاميع أخرى مثل OH، CH_3، CH_3O فيعرف ذلك باسم isoster أي يكون المركب مشابه لمركب DDT من ناحية الحجم والشكل. من ناحية أخرى استبدال ذرات الكلور الموجودة على مجموعة الإيثان ethane الوسطية أو استبدال مجاميع كيميائية على الحلقة ليست لها نفس الأبعاد الخاصة بذرة الكلور ولا تعطي نفس الحجم والشكل للجزيء فإن المركبات الناتجة تسمى مماثلات أو نظائر لمركب DDT (DDT analogues).

ويؤثر مركب DDT على الحشرات بالملامسة وكذلك كسموم معدية وعصبية. ويعتبر DDT مركب شديد الخطورة على الطفيليات والمفترسات النافعة و الأسماك. ومن المؤسف أن هناك عديد من سلالات الحشرات أصبحت مقاومة لفعل المركب من جراء الاستخدام المكثف و غير الواعي وغير الرشيد حيث أن الآفات المقاومة تمتلك نشاطاً من أنزيم يسمى DDT-dehydrochlorinase والذي له مقدرة على نزع جزيء HCl من مركب DDT فيكون مركب DDE عديم التأثير على الحشرات. ويعتبر مركب DDT متوسط السمية على الإنسان والحيوان فتبلغ قيمة الجرعة اللازمة لموت ٥٠٪ من فئران التجارب عن طريق الفم (LD_{50}) حوالي١١٣-١١٨ مجم/ كجم. وأعراض التسمم بمركب DDT تشبه السموم العصبية التي يتسبب عنها زيادة شديدة في التنفس واستهلاك الأكسجين ثم يصحب ذلك حدوث شلل ثم موت. ويؤثر DDT على توازن أيونات الصوديوم في الأغشية العصبية للخلايا العصبية، كما وجد إنه يؤثر على الأنزيم المحلل للروابط الغنية في الطاقة ATP-ase.

ونظراً لقابلية مركب DDT للذوبان في الدهون فإنه ونواتج هدمه تميل للتراكم في السلاسل الغذائية والبيئة ولذلك فقد تم إحلال هذا المركب بمركبات أخرى غير مثابرة. ويعتبر مركب DDT متوسط الضرر تبعاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية. وتبلغ قيمة الزمن اللازم لتحلل ٥٠٪ من المركب (DT_{50}) حوالي ٣ شهور في المناطق الاستوائية مثل الهند وحوالي ٤-٣٠ سنة في المناطق المعتدلة.

ويجهز DDT في صورة إيروسولات، مركزات قابلة للاستحلاب، مساحيق قابلة للتعلق، محببات ومساحيق قابلة للبلل وتحت اسم Gesarol، Neocid ، Hildit، Digmar و Genitox.

(٢ , ٦ , ٣) مشتقات مركب DDT

(١ , ٢ , ٦ , ٣) الميثوكسي كلور Methoxychlor

يمتاز الميثوكسي كلور بسميته المنخفضة على الثدييات (LD_{50} =6000 mg/kg) ويعتبر قليل الضرر (III) تبعاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية. هذا وتفوق الكفاءة الإبادية للميثوكسي كلور مركب DDT على بعض الحشرات كما إنه لا يميل للتجمع في الدهون ولذا استعمل في حظائر الماشية لمكافحة الذباب.

ويعتبر الميثوكسي كلور سم بالملامسة ومعدي واستخدم لمكافحة عديد من الحشرات وخاصة الحشرات القارضة في المحاصيل الحقلية ومحاصيل العلف والكروم والخضروات. و يجهز الميثوكسي كلور في صورة إيروسولات، مركزات قابلة للاستحلاب، مساحيق قابلة للتعلق، محببات ومساحيق قابلة للبلل وتحت أسماء تجارية عديدة منها Sixanol، Marlate و Prentox.

$CH_3O-C_6H_4-CH(CCl_3)-C_6H_4-OCH_3$

1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-methoxyphenyl)ethane

(٢ , ٢ , ٦ , ٣) TDE أو DDD

هذا المركب سميته أقل على الثدييات عن مركب **DDT** وقد استخدم في مكافحة يرقات البعوض حيث أن سميته ثلاث أضعاف سمية مركب **DDT**.

$Cl-C_6H_4-CH(CHCl_2)-C_6H_4-Cl$

1,1-dichloro-2,2-bis(4-chlorophenyl)ethane

(٣, ٦, ٢, ٣) البرولان والبيولان Bulan & Prolan

Prolan
1,1-bis-(p-chlorophenyl)2-nitropropane

Bulan
1,1-bis-(p-chlorophenyl)2-nitrobutane

وخليط البرولان والبيولان يعرف باسم Dilan ولهما سمية تفوق مركب DDT ضد بعض الحشرات بينما سميتهما على الثدييات أقل عن DDT.

(٤, ٢, ٦, ٣) البرثان Perthane

ويمتاز هذا المركب بأن له سمية منخفضة على الثدييات ولذلك استعمل في حظائر الماشية لمكافحة الذباب.

Perthane
2,2- bis-(p-ethyl phenyl) 1,1-dichloroethane

(٥, ٢, ٦, ٣) الدايكوفول Dicofol

Dicofol
1,1-bis (p-chlorophenyl) 2,2,2-trichloroethanol

يعتبر الدايكوفول مبيد أكاروسيي غير جهازي يعمل كسم بالملامسة وله تأثير قليل ضد الحشرات. ويوصى باستخدامه معدل ٥, ٠-٢ كيلوجرام/ هكتار حيث إنه ذو كفاءة عالية ضد عديد من الأنواع من الأكاروس المتطفلة على عديد من المحاصيل الحقلية والأشجار والكروم والخضروات وليس له تأثير ضار على النباتات المرشوشة

به إلا أن الباذنجان والكمثرى قد تتأثر به. ويجهز الدايكوفول تجاريا في صورة مستحضرات على هيئة مساحيق قابلة للتعلق (DP)، مركزات قابلة للاستحلاب (EC)، مركزات معلقة (SC) ومساحيق قابلة للبلل (WP) تحت اسم Kelthane، Hilfol، Dimite، Cekudifol، Acarin و Mitigan. الجدير بالذكر أن المساحيق القابلة للبلل حساسة للمذيبات و المواد النشطة سطحياً مما يؤثر على النشاط ضد الأكاروس و السمية النباتية، كما و أن المركب ثابت ضد الأحماض و لكنه يتحلل في البيئة القلوية وينفرد الكلوروفورم و مركب غير فعال هو p,p`-dichlorobenzophenone وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب ٥٩٥ مجم/ كجم ولذا فهو مصنف كمبيد قليل الضرر (III) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية. وتتراوح قيمة فترة نصف اختفاء (DT_{50}) الدايكوفول تحت الظروف الحقلية من ٦٠-١٠٠يوم.

$$Cl-C_6H_4-C(OH)(CCl_3)-C_6H_4-Cl \xrightarrow{\text{بيئة قلوية}} CHCl_3 + Cl-C_6H_4-C(=O)-C_6H_4-Cl$$

الدايكوفول الكلوروفوم p,p`-dichlorobenzophenone

(٣,٦,٣) العلاقة بين التركيب الكيماوي لمركب DDT ومشتقاته والسمية

(٣,٦,٣,١) الاختلاف في مجموعة ثالث كلوريد الإيثان Trichloroethane

١- إحلال ذرة هيدروجين محل ذرة كلور في هذه المجموعة لتكوين مشتق ثاني كلوريد الإيثان dichloroethane الذي درجة انصهاره ١١١°م وهو لا يختلف عن مركب DDT تقريبا، أما إحلال ذرتين هيدروجين محل ذرتين كلور يفقد المركب سميته.

٢- إحلال ذرة كلور محل ذرة هيدروجين لتكوين رابع كلوريد الإيثان 2,1,1,1-tetrachloroethane فإن ذلك ينقص السمية إلى ٠,٠٠١.

٣- نزع جزء HCl من مجموعة ثالث كلوريد الإيثان Trichloroethane فيتكون مركب DDE عديم السمية للحشرات تماما.

٤- إحلال النيتروايثان والنيتروبروبان محل مجموعة ثالث كلوريد الإيثان Trichloroethane يؤدي إلى تكوين مركبات سامة.

٥- إحلال البروم محل الكلور في مجموعة ثالث كلوريد الإيثان Trichloroethane ينقص السمية أما استبدال فلور محل الكلور فيؤدي إلى تكوين مشتق غير سام للحشرات ولكنه سام للحلم.

(٢, ٣, ٦, ٣) التغيرات في الاستبدال على الحلقتين العطريتين

١- مشابهات مركب DDT (DDT Isomers) : تتأثر الخواص الإبادية لمركب DDT بوضع ذرات الكلور ويمكن ترتيب سمية المشابهات ضد الذباب المنزلي كما يلي :

$$p,p` > m,p` > o,p` > o,m` > o,o`$$

٢- استبدالات أخرى في الوضع بارا : مشابهات مركب DDT غير المستبدلة 2,2-bis-phenyl أي التي لا تحتوي على أي استبدلات على حلقتي الفينايل سميتها شديدة الانخفاض، أما الاستبدال بهالوجينات أخرى فيؤدي إلى تكوين مركبات فعالة جدا تتناقص سميتها تبعا لزيادة الوزن الجزيئي.

$$F > Cl > Br > I$$

(٤, ٦, ٣) مشتقات الألكوكسي (RO)

المركب الأصلي لهذه المجموعة هو 2,2-bis(p-hydroxyphenyl)1,1,1-trichloroethane وليست له سمية على الحشرات ولكن الميثوكسي كلور فهو أكثر فعالية وأنتج على نطاق واسع. أما العديد من المشتقات التابعة لهذا القسم فهي قليلة السمية جدا أو عديمة السمية في معظمها.

(٤, ٦, ٣) اللندين وسادس كلوريد البنزين Lindane and Benzene Hexachloride

تم اكتشاف الخواص الإبادية لسادس كلوريد البنزين BHC في سنة ١٩٤٢٠م حيث يتم تحضيره بعمل كلورة للبنزين ومن الخطأ أن يطلق عليه HCH أو الجامكسان لأن HCH أو ما يسمى الجامكسان يحضر أيضا بكلورة البنزين فيتكون مركب حلقي يحتوي على ٦ ذرات كلور و٦ ذرات هيدروجين والذي له عدة مشابهات يعتبر المشابه جاما (γ) هو المشابه الشديد الفعالية.

Cl Cl Cl Cl Cl Cl

BHC
Benzyene hexachloride

HCH
1,2,3,4,5,6-Hexachlorocylcohexane

تحضير اللندين

يحضر اللندين بإضافة الكلور في وجود البنزين والأشعة فوق البنفسجية كما يلي :

$$C_6H_6 + 3Cl_2 \xrightarrow{h\upsilon} C_6H_6Cl_6$$

بنزين كلور اللندين

ويحتوي ناتج التحضير على حوالي ٨-١٥ ٪ من الناتج الكلى مشابه الجاما وتعتمد هذه النسبة على ظروف التفاعل. واللندين له ضغط بخاري عالي ٤,٩×١٠^-٦ ملليمترزئبق على درجة ٢٠°م وهو أعلى من الضغط البخاري لمركب DDT.

ويوجد لمركب HCH ١٦ مشابها فراغيا ناتجة من نوعين من التشابه الأول خاص الهكسان الحلقي أو ما يسمى السيكلوهكسان (Cyclohexane) هما صورة الكرسي Trans وصورة القارب Cis وتعتبر الصورة Trans الأقل في الطاقة وبالتالي الأكثر ثباتا وهى الصورة التي يكون عليها الناتج وهو ليس له خواص فيزيقية محددة.

شكل القارب Cis

شكل الكرسي Trans

والتشابه الثاني يرجع أساسا إلى الاستبدالات على الحلقة حيث إنه يمكن استبدال ذرتين على ذرة الكربون إحدى هاتين الذرتين تقع تقريبا في مستوى الحلقة أي في وضع أفقي (e) planer or equatorial والأخرى تقع خارج مستوى الحلقة أي في اتجاه محور الجزيء (e) axial ولذلك قد تكون ذرة الكلور e أو a و بناءا على ذلك يوجد عدد من المشابهات هي :

Alpha (α)	ألفا	aaeeee
Beta (β)	بيتا	eeeeee
Gamma (γ)	جاما	aaaeee
Delta (δ)	دلتا	aeeeee
Epsilon (ε)	إيبسلون	aeeaee
Eta (η)	إيتا	aeaaee
Theta (θ)	ثيتا	aeaeee

ويعتبر المشابه جاما هو أكثر هذه المشابهات سمية لمعظم الحشرات حيث تزيد شدة سمية المشابه الجاما بمقدار ١٠٠-١٠٠٠ مرة عن المشابهات الأخرى. والمشابه جاما والذي يوجد تحت اسم اللندين في صورة مستحضر نقاوته ٩٩٪ حيث يتم فصله عن المشابهات الأخرى قليلة السمية بواسطة بعض عمليات البلورة المتخصصة ويستعمل اللندين في معاملة التقاوي والآفات المنزلية أو يحرق بعد خلطه بمواد قابلة للاشتعال فيتسامى بسبب ضغطه البخاري العالي فتقتل أبخرته الحشرات الطائرة أو يستخدم في صورة شموع الجامكسان لتطهير المخازن.

ومن أشهر المستحضرات التي كانت تستخدم في مصر هو مسحوق الكوتن-دست بمعدل ٨-١٢ كجم/ فدان وهو مخلوط من مركب DDT وسادس كلوريد البنزين، الكبريت و بودرة تلك وقد توقف استخدام هذا المخلوط لوجود بدائل أخرى أكثر كفاءة.

ويؤثر اللندين كسم معدي وأيضا بالملامسة وهو مأمون الاستعمال وسميته قليلة تساوي ١٠٠٠ ملليجرام/ كجم من وزن الجسم. ومن أعراض التسمم باللندين حدوث اهتزاز أو ارتعاش Tremors، فقد الحركة أو الترنح Ataxia، ارتجافات Convulsions، انهيار و انبطاح Prostration وكذلك تنشيط في التنفس.

ويحدث اللندين تأثيره السام عن طريق تضاده للمعقد بين مستقبلات الجابا- قنوات الصوديوم في الجهاز العصبي Antagonist of the GABA receptor-chloride channel complex. ويستخدم أساساً لمعاملة التربة والبذور حيث أن له تأثير بالملامسة وكسم تنفسي حيث أن له فعالية ضد الحشرات المتطفلة على النباتات وحشرات التربة آفات المواد المخزونة والحشرات التي لها علاقة بالصحة العامة وكذلك الحشرات المتطفلة خارجياً على الحيوانات. وللندين أسماء تجارية عديدة مثل، Lindamul، Gamma-Col، Lintox و Steward.

وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ٨٨- ٢٧٠مجم/ كجم ولذا يعتبر متوسط الضرر (II) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية.

(٥ ,٦ ,٣) المركبات الحلقية الكلورنية ثنائية عدم التشبع Cyclodiene

وتشترك هذه المبيدات في بعض الصفات أهمها :

١- أنها هيدروكربونات مكلورة.

٢- تتميز بوجود تركيب حلقي ووجود قنطرة ميثيلينية.

٣- تتميز بأن كلها أو بعضها تحضر بواسطة تفاعل كيماوي يعرف باسم ديلز - ألدر Alder - Diels.

٤- لها تأثير طويل الأجل Long Residual action.

٥- سميتها عن طريق الجلد مرتفعة وأعلى منها عن طريق الفم ويمثل هذا خطورة عند استعمالها في التطبيق الحقلي.

ويعتبر الكلوردين من أوائل مركبات هذه المجموعة والذي تم تجهيزه في البداية بواسطة العالم هيمان Hyman. كما تشمل هذه المجموعة مركبات، Heptachlor

Tthiodane ،Telodrin ،Endrin ،Dieldrin ،Isodrin ،Aldrin وToxaphene. ويمكن تحضير هذه المركبات باستثناء التوكسافين بتفاعل سادس كلوريد البنتاديين الحلقي مع البنتاديين الحلقي في تفاعل تكثيفي يسمى Diels-Alder، ثم إذابة الناتج في رابع كلوريد الكربون ثم يعامل بغاز الكلور فنحصل على الكلوردين.

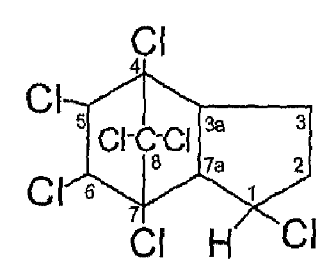
البنتاديين الحلقي سادس كلوريد — البنتاديين الحلقي — مركب وسطي — الكلوردين

Chlordane
1,2,4,5,6,7,8,8-octachloro-2,3,3a,4,7,7a-hexahydro-4,7-methanoindene

ولقد أمكن تجهيز الكلوردين في صورة مركزات قابلة للاستحلاب ومساحيق قابلة للبلل ومساحيق تعفير. ويجب تجنب خلط الكلوردين بالكبريت الجيري، ومخلوط بوردو وزرنيخات الكالسيوم بسبب تحلله بفعل المواد القلوية. ولا يسبب الكلوردين أي أضرار على النباتات ولكنه يسبب على المدى الطويل تأثيراً كبيراً على كبد الإنسان لذا لا ينصح باستعماله على المواد الغذائية والمحاصيل الخضراء. وقد أوقف استخدام هذا المركب في مصر بعد ثبوت التأثيرات السامة الرهيبة كالسرطانات. ويعمل الكلوردين كسم معدي وبالملامسة وقليل من التأثير كمدخن حيث يحدث تأثيره السام عن طريق تضاده للمعقد بين مستقبلات الجابا–قنوات الصوديوم في الجهاز العصبي. ويستخدم في التربة ضد الحشرات

غمدية الأجنحة والنمل الأبيض واستخدم لمكافحة الحشرات على الإنسان والحيوانات واستخدم كمادة حافظة للأخشاب وتقليل تعداد دودة الأرض في المراعي. والاسم التجاري له هو Octachlor. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب عن طريق الفم لذكور فئران التجارب حوالي ١٣٣-٦٤٩ مجم/ كجم ولذا فهو يعتبر متوسط الضرر (II) تبعاً لتقسيم منظمة الصحة العالمية. وتبلغ فترة نصف العمر لتحلله في التربة (DT_{50}) حوالي سنة.

كما يوجد مركب الهبتاكلور والذي يوجد في الكلوردين التجاري كشوائب عند التحضير. ولقد أمكن فصله وتنقيته من الكلوردين الخام ويتميز هذا المركب بمقاومته للتحلل القلوى. وتعتبر سميته على الثدييات أكثر من الكلوردين حيث تبلغ قيمة LD_{50} على فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٩٠ مجم/ كجم.



Heptachlor
1,4,5,6,7,8,8-heptachloro-3a,4,7,7a-tetrahydro-4,7-methanoindene

ويحدث الهبتاكلور تأثيره السام عن طريق تضاده لفعل المعقد بين مستقبلات الجابا - قنوات الكلوريد. وهو غير جهازي ولكن يعمل كسم بالملامسة وكسم معدي وبعض التأثير عن طريق التنفس. وهو يستخدم لمكافحة النمل الأبيض وحشرات التربة في الأراضي المزروعة وغير المزروعة حيث يمكن معاملة البذور أو التربة به. والاسم التجاري له Drinox. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب عن طريق الفم لفئران التجارب ١٤٧-٢٢٠ مجم/ كجم ولذا فهو مصنف تبعاً لمنظمة الصحة العالمية على إنه متوسط الضرر (II). ويتم هدم هذا المركب داخل الثدييات متحولاً إلى المشتق الأكسجيني المعروف باسم Heptachlor-epoxide والذي له ميل للتراكم في الأنسجة الدهنية. وتبلغ قيمة فترة نصف عمر المركب في التربة حوالي ٩-١٠ شهور عند استخدامه بالمعدلات الحقلية الموصى بها.

وفي عام ١٩٤٨م أمكن تحضير الألدرين Aldrin والذي فيه وضع الحلقات endo-exo وهذا المركب ثابت كيميائيا ولا يتحلل بالقلويات أو الأحماض. وفي نهاية ١٩٥٠م تم عزل مشابهه للألدرين أطلق عليه Isodrin وهو endo-endo. كما أن ناتج أكسدة الألدرين مركب يسمى Dieldrin أما مشابه الدايلدرين يسمى Endrin والذي فيه وضع الحلقات endo-endo.

Aldrin and Isodrin

Dieldrin and Endrin

Aldrin: 1,2,3,4,10,10-hexachloro-1,4,4a,5,8,8a-hexahydro-exo -1,4-endo -5,8-dimethanonaphthalene.
Isodrin: (1R, 4S, 5R, 8S)-1,2,3,4,10,10-hexachloro-1,4,4a,5,8,8a-hexahydro-1,4:5,8-dimethanonaphthalene.
Dieldrin: 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-endo-1,4,-exo-5,8- dimethanonaphthalene.
Endrin: 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-exo-1,4-exo-5,8-dimethanonaphthalene.

أما التوكسافين فيعتبر تربين مكلور Chlorinated terpene حيث يحتوي على الكلور بنسبة ٦٧- ٦٩٪ وهو عبارة عن مخلوط من الكامفينات المكلورة ويمكن تحضيره بكلورة الكامفين. والتركيب الجزيئي للتوكسافين تقريباً هو $C_{10}H_{10}C_{18}$ ووزنه الجزيئي هو ٤٣١,٨ تقريباً أي أن تركيبه الكيماوي غير معروف بالضبط. وهناك مركبات أخرى تتبع السيكلودايين مثل الألودان Alodane، التيلودرين Telodrin والثيودان Thiodan.

Alodan
1,2,3,4,7,7-hexachloro-5,6-bis(chloromethyl)bicyclo[2.2.1]hept-2-ene

Cl Cl Cl Cl-C-Cl O Cl Cl Cl

Telodrin
1,3,4,5,6,7,8,8-octachloro-1,3,3a,4,7,7a-hexahydro-4,7-methanoisobenzofuran

Cl Cl Cl Cl O SO O Cl Cl

Thiodan
6,7,8,9,10,10-hexachloro-1,5,5a,6,9,9a-hexahydro-6,9-methano-2,4,3-benzodioxathiepine3-oxide

وتظهر السيكلودايين تأثيرها السام على الجهاز العصبي حيث يختلف تأثيرها من مركب إلى مركب آخر وأشد هذه المركبات من حيث السمية هي مركبات الأندرين و الأيزودرين. وتمتص هذه المركبات عن طريق الجلد والجهاز التنفسي وجدران القناة الهضمية وتظهر أعراض التسمم للثدييات في صورة إسالة اللعاب وزيادة ضغط الدم وتقليل عدد ضربات القلب، أما بالنسبة للحشرات فان تأثيرها يشبه لحد كبير مركب DDT من حيث زيادة عدد النبضات ولكن تختلف هذه المجموعة في أن لها فترة سكون latent period قبل البدء في زيادة عدد نبضات القلب.

(٦ , ٦ , ٣) آلية احداث الفعل السام للهيدروكربونات المكلورة

تؤثر الهيدروكربونات المكلورة على الفسيولوجيا الكهربائية للخلايا العصبية electrophysiology و الخواص الأنزيمية لأغشية الخلايا العصبية وبالتالي إلى تغيير في حركة تدفق أيونات (Na^+) و البوتاسيوم (K^+) خلال الغشاء العصبي. فقد وجد أن مركب DDT وبعض مماثلاته تثبط الأنزيم المحلل للروابط الغنية في الطاقة والمحفز بأيونات الكالسيوم Ca^{2+}-ATP-ase والمعزول من مشيمة

الإنسان، كما وجد العالم Shikawa وآخرون في عام ١٩٨٩م أن مركب DDT ومماثلاته تعمل على محاور الخلايا العصبية axons في الجهاز العصبي عن طريق إطالة فترة فتح البوابات الأيونية Ion gates لقنوات الصوديوم، بينما مركبات اللندين والسيكلودايين تؤثر على مناطق ما بعد الشبك العصبية Postsynaptic terminals. كما يؤثر اللندين على أنزيم Na^{+}/K^{+}-ATPase بدرجة أعلى من تثبيطه لأنزيم Mg^{2+}-ATPase، في حين أن كل من DDT والكلوردين يؤثرا بدرجة أكبر على الأنزيم المحلل للروابط الغنية في الطاقة و المحفز بأيونات الماغنسيوم Mg^{2+}-ATPase وهذا له علاقة بنقل الكاتيونات مثل أيون الكالسيوم Ca^{2+} في الخلايا العصبية. كما وجد أن اللندين والتوكسافين والسيكلودايين تثبط ارتباط مادة t-butylcyclophosphothionate بمناطق معينة في المخ وبالتالي يؤثر على المادة التي تنظم قنوات الكلوريد γ- Aminobutyric acid (GABA).

(٣,٧) مبيدات الفسفور العضوية Organophosphruos Pesecticides

(٣,٧,١) مقدمة

تعتبر المركبات الفسفورية العضوية ذات أهمية كبيرة للإنسان حيث تعتبر المكون الرئيسي للبروتوبلازم كما إنها تلعب دور مهم في الحفاظ على الحياة حيث تدخل في تركيب الأحماض النووية ومرافقات الأنزيمات والفوسفاتيدات. كما تدخل المركبات الفسفورية العضوية في صناعات عديدة أهمها زيوت التشحيم، صناعة البلاستيك والمبيدات علاوة على استخدامها في الحرب الكيماوية كغازات أعصاب.

وفي عام١٨٢٠م استطاع العالم لاسين Lassigne تحضير إسترات الفسفور وفي نهاية القرن التاسع عشر قام العالم Michaels بدراسة الخواص الكيميائية لمركبات الفسفور العضوية، وأثناء الحرب العالمية الثانية قام كل من Saunders في إنجلترا و Schrader باكتشاف المبيد الجهازي المعروف باسم الشراداان Schradan أو ما يعرف باسم Octamethylpayrophosphamide (OMPA).

Octamethyldiphosphoramide

ثم تلا ذلك اكتشاف مركب Tetraethylpayrophosphate (TEPP) ، وفي عام ١٩٤٤م اكتشف العالم Schrader مركب الباراثيون والذي له لعب دوراً كبيراً في مجال مكافحة الآفات على الرغم من أن له سمية عالية سواء للثدييات و الحشرات إلا إنه تم إحداث بعض الاستبدالات على الباراثيون والتي من شأنها قللت من سميته وتكونت مركبات عديدة مثل Fenthion ، Chlorthion وFenitrothion والتي بدأ في إنتاجها خلال الخمسينات من القرن العشرين وما بعدها.

ومن المعروف أن مركبات الفسفور العضوية المستعملة الآن تستخدم في مقاومة الآفات على اختلاف أنواعها كما إنها تستخدم كسموم معدية أو بالملامسة أو كمواد تدخين أو كمبيدات جهازية.

(٢, ٧, ٣) تسمية المركبات الفسفورية

تعتبر مبيدات الفسفور العضوية إسترات تنتج أساسا من تفاعل حامض الفوسفوريك مع كحول أو أنهيدريدات anhydrides فيتكون ١٢ إستر لها التراكيب الكيميائية التالية :

الفوسفوروثاني إيميديت Phosphorodimidate

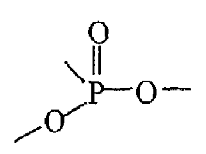
الفوسفات Phosphate

الفوسفوروأميدوثيونيت Phosphoroamidothionate

الفوسفوروثيويت Phosphorothioate
أو الفوسفوروثيونيت Phosphorothionate

الفوسفوروأميدوثيوليت Phosphoroamidothiolate

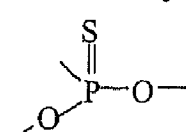
الفوسفوروثيوليت Phosphorothiolate



الفوسفونايت Phosphonate

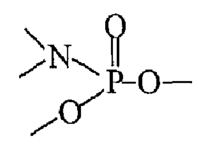
الفوسفوروثاني ثيويت Phosphorodithioate
أو الفوسفوروثيونوثيوليت Phosphorothionothiolate

الفوسفونوثيونيت Phosphonothionate



الفوسفوروثاني ثيوليت Phosphorodithiolate

الفوسفونوثيونوثيوليت Phosphonothionothiolate



الفوسفوروأميديت Phosphoroamidate

وتتكون كل المركبات الفوسفورية والمستخدمة حالياً من ٤ ذرات مرتبطة مباشرة بذرة الفوسفور وعادة تتكون من ثلاث روابط فردية ورابطة واحدة مزدوجة، كما و أن الغالبية العظمى من مبيدات الفوسفور العضوية هي مشتقات لحامض الفوسفوريك. الجدير بالذكر إنه لا توجد على الإطلاق مبيدات تنتمي لمجموعة الفوسفينيت phosphinate ولكن هذه المجموعة تستخدم أساسا للوقاية أو لمنع التسمم بالمركبات الفوسفورية الأخرى المستخدمة في الحرب الكيماوية.

(٣, ٧, ٣) تقسيم مركبات الفوسفور العضوية

يمكن تقسيم مركبات الفوسفور العضوية إلى تبعاً لجهازيتها أو عدم جهازيتها إلى قسمين هما :

(١,٣,٤,٣) مركبات الفوسفور العضوية غير الجهازية

وهذا النوع من الإسترات تنقسم إلى ثلاثة أقسام هي :

أولاً : إسترات الفوسفات العضوية الأليفاتية، ومن أمثلتها المركبات الآتية :

١- رابع إيثايل بيروفوسفات Tetraethylpyrophosphate (TEPP)

$$(H_5C_2O)_2P(=O)-O-P(=O)(OC_2H_5)_2$$

TEPP

***O,O,O,O*-Tetraethylpyrophosphate**

وهو مبيد بالملامسة فعال ضد المن ويرقات حرشفية الأجنحة والعنكبوت الأحمر وهو شديد السمية للفقاريات حيث تبلغ قيمة LD_{50} حوالي ٢,١-٢ مجم/ كجم عن طريق الفم لفئران التجارب ويتحلل هذا المركب مائياً ليتكون مركب O,O-diethyl O-phosphoric acid ولذلك فان محاليله المائية تسبب تآكل للمعادن المكونة لعبوات المبيدات. ومن الأسماء التجارية للمركب Nifos T وVapotone.

٢- رابع إيثايل ثاني ثيونوبيروفوسفات (السلفوتيب) Tetraethyl dithiopyrophosphate

$$(CH_3CH_2O)_2P(=S) - O - P(=S)(OCH_2CH_3)_2$$

Sulfotepp

O,O,O',O'-tetracthyl dithiopyrophosphate

ويُعد السلفوتيب فعال كمبيد حشري وأكاروسي حيث له نشاط بالملامسة وبالتدخين، كما إنه له نشاط ضد القواقع وله سميه عالية ضد الحشرات ولكنها أقل من TEPP. وهو يستخدم كمدخن لمكافحة المن، التربس، الحلم والذبابة البيضاء في المحاصيل المزروعة في البيوت المحمية، إلا أن قد تتأثر بعض الحوليات وبعض أنواع الورد قد تتأثر بهذا المركب. ويجهز السلفوتيب تجاريا في صورة مدخن أو منتج يتحرر منه البخار وتحت اسم هو Bladfume.

ويعتبر السلفوتيب مثبط لأنزيم الأسيتايل كولين إستيريز (AChE) وتبلغ قيمة الجرعة اللازمة لقتل ٥٠٪ من ذكور الفئران المعاملة عن طريق الفم حوالي ١٠مجم/ كجم وهو شديد الضرر جداً (Ia) تبعاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية.

٣- الملاثيون Malathion

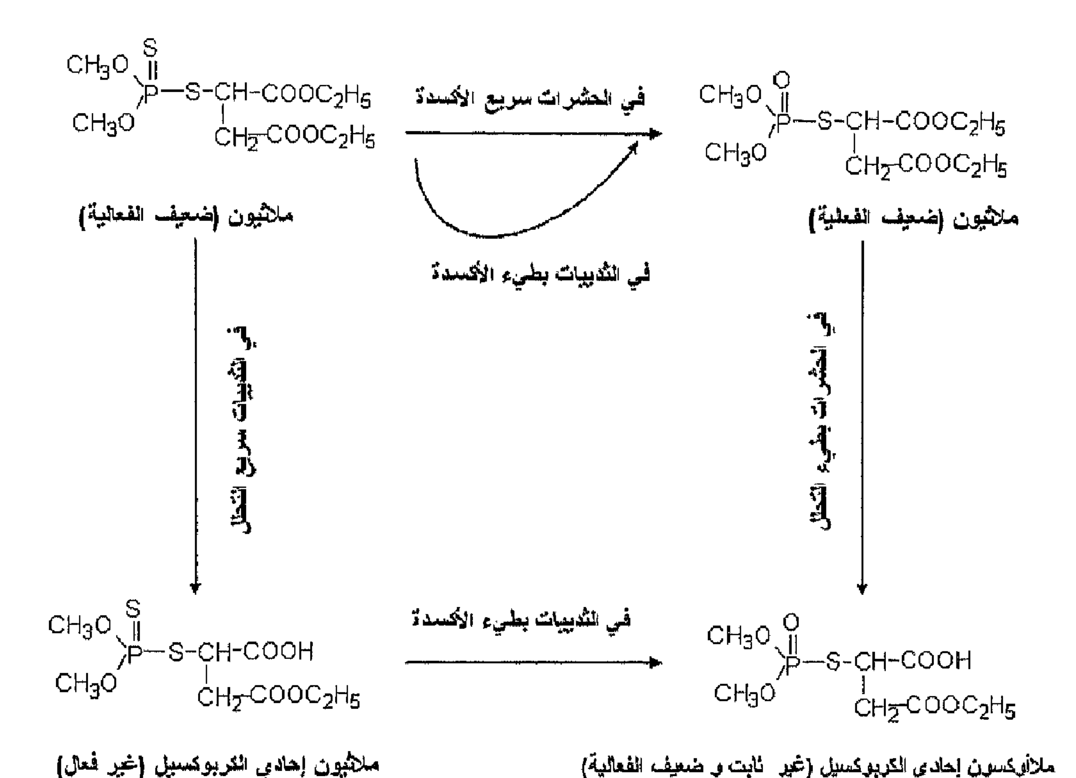
$$(CH_3O)_2P(=S)-S-CH(COOC_2H_5)-CH_2.COOC_2H_5$$

Malathion
O,O-diethyl (dimethoxythiophosphorylthio)succinate

تم إنتاج الملاثيون سنة ١٩٥٠م بواسطة شركة سيناميد الأمريكية Cyanamid. ويعتبر الملاثيون من أوائل مركبات الفوسفور العضوية والتي لهل سمية اختيارية عالية. ويتحلل الملاثيون بسرعة في المحاليل المائية والتي لها رقم حموضة (pH) أعلى من ٧ أو أقل من ٥. ويعتبر الملاثيون مثبط لأنزيم الأسيتايل كولين إستيريز (AChE) حيث يتحول داخل جسم الكائن الحي إلى المشتق الأكسجيني المعروف باسم الملاأوكسون Malaoxon وهو مبيد فعال كسم معدي وبالملامسة وكمدخن حيث يستخدم لمكافحة الحشرات من رتبة غمدية، ثنائية، متشابهة و حرشفية الأجنحة على عديد من المحاصيل مثل القطن، الفواكه ذات النواة الحجرية، البطاطس، الأرز والخضروات بمعدل ٠,٥٠-١,٢٥ كيلوجرام/ هكتار. كما يستخدم لمكافحة الحشرات ذات العلاقة بالصحة العامة و الطفيليات على الحيوانات الزراعية والدواجن والإنسان وكذلك لوقاية الحبوب المخزونة. ويجهز الملاثيون تجاريا في صورة مساحيق قابلة للتعلق، مركزات قابلة للاستحلاب، مستحلب زيت في ماء ومساحيق قابلة للبلل وتحت أسماء عديدة منها Cekumal، Fyfanon، Hilthion، Lucathion، Malathane، Malatox، Malixol، MLT، Maltox و White Star. وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ١٣٧٥-٥٥٠٠مجم/ كجم ولذا فهو يعتبر قليل الضرر (III) تبعاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية. هذا و يتم إخراج معظم الملاثيون في البول والبراز خلال ٢٤ساعة من

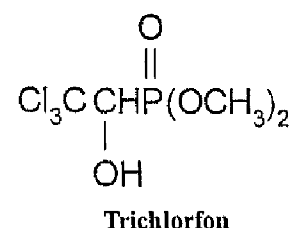
تسمم الإنسان حيث يحدث هدم للمركب عن طريق إزالة ذرة الكبريت Desulfuration واستبدالها بذرة أكسجين بواسطة الأنزيمات الميكروسومية الموجودة في الكبد فيتكون الملاأوكسون (Malaoxon) وتقوم الأنزيمات المحللة للكربوكسيل إستر والمعروفة باسم Carboxylesterases بإزالة سمية الملاأوكسون بسرعة، بينما في الحشرات فإن التحلل يشمل الكربوكسليت و إسترات فوسفوروثنائي الكبريت phosphorodithioate esters والتحول إلى الملاأوكسون السام للحشرات.

وترجع الاختيارية العالية للملاثيون لوجود مجموعة الكربوكسيل إستر والتي يمكن تحللها بسرعة بواسطة أنزيم الكربوكسيل إستيريز الموجود في الثدييات ذو النشاط العالي، بينما نشاط هذا الأنزيم منخفض في الحشرات الحساسة، كذلك سرعة تحول الملاثيون إلى المشتق الأكسجيني في الحشرات، بينما سرعة التحول إلى المشتق الأكسجيني في الثدييات منخفض (الشكل رقم ١). كما أن الحشرات المقاومة لهذا المركب تحتوي على نشاط عال من أنزيم الكربوكسيل إستيريز ولكن هناك العديد من الحشرات التي اكتسبت صفة المقاومة تجاه الملاثيون وبالتالي أصبح الملاثيون غير فعال. والجدير بالذكر أن الملاثيون داخل النبات يتحول إلى أحماض أحادية و ثنائية الكربوكسيل التي تتكسر و تتحول إلى حمض السكسينيك الذي يدخل في بناء مكونات النبات، أما في التربة فإن ٩٩٪ من الملاثيون تتحلل خلال ٧ أيام تحت الظروف العادية.



شكل رقم (١). هدم الملاثيون في الثدييات والحشرات.

٤- الديبتركس أو التراى كلورفون Diptrex أو Trichlorfon



Trichlorfon

O,O,-dimethyl-S-(1,2-dicarboxyeyhyl)ethylphosphorodithioate

تم تحضير هذا المركب بواسطة العالم Lorenz عام ١٩٥٢م لأول مرة ثم تبعه العالم Berthel عام ١٩٥٤م. المركب له نشاط إبادي عالي ضد الذباب وكذلك ضد الحشرات الماصة والقارضة كما إنه يستخدم في مكافحة الحشرات البيطرية حيث له سمية منخفضة على الثدييات. ويعتبر المركب مثبط لأنزيم الأسيتايل كولين إستيريز نتيجة تحوله لمركب الدايكلوروفوس حيث يعمل كمبيد بالملامسة وكسم معدي. ويستخدم التراي كلورفون لمكافحة الحشرات على المحاصيل الزراعية، الغابات، المواد الغذائية وحظائر الحيوانات

وخاصة الحشرات ثنائية، حرشفية، متشابهة وغمدية الأجنحة. كما يستخدم داخل المنازل لمكافحة الذباب المنزلي،الصراصير، البراغيث، بق الفراش، السمك الفضي والنمل. والمركب له أسماء تجارية عديدة منها Lucavex، Denkaphon، Danex، Cekufon و Aprofon. وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ٢٥٠مجم/ كجم وهو يندرج تحت المركبات متوسطة السمية (II) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية. و يمتاز المركب بسرعة تحلله في التربة إلى ثاني أكسيد الكربون.

٥-الديكلوروفوس Dichlorvos

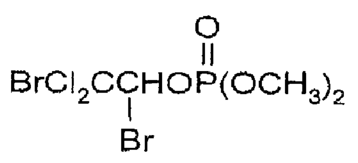
$$Cl_2C = CHO\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{P}(OCH_3)_2$$

Dichlorvos
O,O-dimethyl(2.2-dichlrovinyl)phosphate

يعرف المركب أيضا باسم الفابونا أو DDVP حيث وجد هذا المركب لأول مرة كشوائب لمركب التراي كلورفون عام١٩٥٥م الذي يتحول بسرعة إلى الدايكلوروفوس عند رقم حموضة ٦. ويعتبر الدايكلوروفوس مبيد بالملامسة وأيضا كسم معدي حيث يحدث تأثيره السام عن طريق تثبيط أنزيم الأسيتايل كولين إستيريز. و يستخدم المركب في مكافحة الذباب والبعوض وله نشاط ضد الديدان في الحيوانات المزرعية حيث أن له سمية منخفضة للثدييات. كما يستخدم لمكافحة الحشرات في برامج الصحة العامة مثل الذباب، البعوض، الصراصير، بق الفراش، آفات الحبوب المخزونة، الحلم على عديد من المحاصيل الزراعية وأشجار الفاكهة والكروم والخضروات. ويجهز المركب تجاريا في صورة إيروسولات، مركزات قابلة للاستحلاب، محببات، مركزات للتضبيب، زيوت قابلة للاختلاط، مركزات قابلة للخلط وشرائط وتحت اسم Doom، Dash، Charge، Amidos، Vapona، Nuvan، Dedevap و Rupini.

وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ٥٠مجم/ كجم ولذا فهو يعتبر من المركبات عالية الضرر (Ib) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية. وتبلغ قيمة فترة نصف العمر في التربة حوالي ١٠ساعات.

٦- نيلد Naled

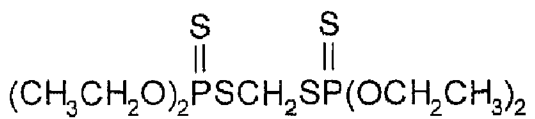


Naled

O,O-dimethyl O-(1-bromo-2.2-dichloro.2-bromoethyl)phospheate

يتم تحضير مركب النيلد بإضافة البروم Bromination لمركب Dichlorvos. ويمتاز النيلد عن الدايكلوروفوس بإنه أكثر ثباتاً ولكنه يتحلل مائيا خلال يومين على درجه حرارة الغرفة. ويرجع نشاطه إلى إزالة ذرة البروم فيتكون مركب الدايكلوروفوس وهو يعمل كسم بالملامسة وكسم معدي ولحد ما عن طريق التنفس حيث يحدث تأثيره السام عن طريق تثبيط أنزيم AChE. ويستخدم النيلد لمكافحة الحلم والمن على محاصيل الخضر، الفاكهة والحوليات. كما يستخدم في حظائر الحيوانات وبرامج الصحة العامة لمكافحة الذباب، البراغيث، الصراصير، النمل والسمك الفضي. ومن الملاحظ أن هناك بعض النباتات قد تتأثر بالنيلد مثل التفحيات، الخوخ، البقوليات والقطن. ويتواجد النيلد تحت أسماء تجارية عديدة منها Dibrom، Bromex وLucanal. ويعتبر مركب النيلد متوسط الضرر (II) حيث تبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ١١٠٠ مجم/ كجم.

٧-الإثيون Ethion



Ethion

O,O,O',O'-tetraethyl S,S'-methylene bis(phosphorodithioate)

ولمبيد الإثيون تأثير كمبيد أكاروسي وحشري بالملامسة حيث يستخدم لمكافحة الحلم، المن، الحشرات القشرية، التربس، يرقات حرشفية الأجنحة، النطاطات والحشرات الثاقبة الماصة وحشرات التربة في الفواكه ذات النواة الحجرية، الموالح، الكروم، الخضروات، الذرة، القطن، الشليك والمحاصيل

الأخرى. ويجهز مبيد الإثيون تجاريا في صورة مساحيق قابلة للتعلق، مركزات قابلة للاستحلاب، محببات ومساحيق قابلة للبلل وتحت اسم Cethion، Cekuetion، Rhodocide، Rayethion، وTafethion.

وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ٢٠٨ مجم/كجم ولذا فهو مصنف على إنه مركب متوسط الضرر (II) بناءاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية، كما أن هذا المركب يعتبر سام لنحل العسل. وتبلغ قيمة فترة نصف العمر اللازمة لتحلل المركب في التربة حوالي ٩٠ يوماً.

ثانياً: إسترات الفسفور العضوية الأروماتية

١-الباراثيون أو الثيوفوس Parathion or Thiphos

$$O_2N-C_6H_4-OP(=S)(OCH_2CH_3)_2$$

Parathion
O,O-diethyl O-(4-nitrophenyl)phosphorothioate

يُعد الباراثيون من أقدم مبيدات الفسفور العضوية حيث له فعالية شديدة ضد عدد كبير من الحشرات عن طريق الملامسة والمعدة ولحد ما كسم تنفسي حيث يحث تأثيره السام عن طريق تثبيط أنزيم AChE بعد تحوله داخل جسم الكائن الحي إلى المشابه الأكسجيني المعروف باسم الباراأوكسون Paraoxon. وقد استخدم الباراثيون لمكافحة الحشرات الماصة والقارضة والحلم في عديد من المحاصيل، الفاكهة، الخضروات والحوليات. ويلاحظ حساسية بعض النباتات مثل التفاح، الكمثرى والطماطم للباراثيون. و يجهز الباراثيون تجاريا في صورة كبسولات قابلة للتعلق، مساحيق قابلة للتعلق، مركزات قابلة للاستحلاب، محببات، مساحيق قابلة للبلل وإيروسولات وتحت أسماء عديدة منها Fighter، Chimac Par H، E605، وFostox E. وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ٢مجم/كجم ولذا فهو يعتبر شديد الضرر جداً (Ia) تبعاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية.

٢- الميثايل- باراثيون Methyl-parathion

$$O_2N-C_6H_4-OP(=S)(OCH_3)_2$$

Methyl-parathion
O,O-dimethyl O-(4-nitrophenyl)phosphorothioate

وهو مبيد حشري يؤثر عن طريق الملامسة و المعدة وله بعض التأثير كسم تنفسي وهو أقل سمية من الباراثيون للثدييات حيث تبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ٣مجم/ كجم ولذا فهو يعتبر شديد الضرر جداً (Ia) تبعاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية، و لكن سميته تساوي سمية الباراثيون على الحشرات. ويستخدم الميثايل باراثيون في مكافحة الحشرات القارضة والماصة مثل المن والخنافس والنطاطات ويرقات الحشرات من رتبة حرشفية الأجنحة في الفواكه، القطن، المحاصيل الحقلية والخضروات. ولو أن سميته الميثايل باراثيون للثدييات مازالت مرتفعة إلا أن استخدامه على الخضروات والفاكهة ممكن بفضل سرعة تحطمه وتحوله إلى مادة ٤- نيتروفينول p-nitrophenol عديمة السمية مما يجعل أثره الباقي قليل على الثمار المقطوفة بشرط جمعها بعد الرش بها لا يقل عن أسبوعين (فترة التحريم). و يجهز الميثايل-الباراثيون تجاريا في صورة كبسولات قابلة للتعلق، مساحيق قابلة للتعلق، مركزات قابلة للاستحلاب، الرش بالحجم المتناهي في الصغر و إيروسولات وتحت أسماء عديدة منها وللمركب أسماء تجارية عديدة منها Paratox، Morfos Methyl، Fostox metil، Metacide، Folidol-M و Sweeper.

٣- دايكابثون Dicapthon

$$O_2N-C_6H_3(Cl)-O-P(=O)(OCH_3)_2$$

Dicapthon
O,O-dimethyl O-(2-chloro 4-nitrophenyl)phosphorothioate

تم اكتشاف الخواص الإبادية لمركب الدايكابثون بواسطة العالمان Davich و Apple عام ١٩٥١م وتم تقديمه تجاريا بواسطة سيناميد الأمريكية وتحت اسم Dicapton حيث استخدم لمكافحة الحشرات المنزلية والمن. ويعتبر هذا المركب أحد مشتقات الميثايل-باراثيون ويمتاز بانخفاض السمية للثدييات حيث تبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ٤٠٠ مجم/ كجم ولذا فهو يعتبر متوسط الضرر (II) تبعاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية.

٤ – الفينتروثيون Fenitrothion

CH_3 S O_2N — $OP(OCH_3)_2$

Fenitrothion
O,O-dimethyl O-(3-methyl 4-nitrophenyl) phosphorothioate

يُعد الفينتروثيون مبيد للحشرات قوي الفعالية عن طريق الملامسة وكسم معدي ضد الحشرات القارضة والماصة مثل ديدان الأوراق، الجراد، الناخرات، بق القمح على الحبوب، الفاكهة، الأرز، قصب السكر، الخضروات والغابات. كما إنه فعال ضد آفات الحبوب المخزونة، الحشرات المنزلية خاصة البراغيث والصراصير وكذلك ضد الحشرات البيطرية مثل الذباب. وقد اعتمد هذا المبيد كأحد المبيدات المهمة في مكافحة الجراد بواسطة منظمة الأغذية والزراعة (FAO) ومكافحة الحشرات الناقلة للأمراض مثل البعوض بواسطة منظمة الصحة العالمية (WHO). ويتميز المركب بسميته المنخفضة للثدييات حيث تبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ١٧٠٠ مجم/ كجم وهو متوسط الضرر (II) مما يجعل استخدامه مأمون إلى حد ما ويحل الآن محل الميثايل-الباراثيون في الاستعمال لهذا السبب. ويجهز الفينتروثيون في صورة مركب قابل للاستحلاب أو مسحوق قابل للبلل أو مساحيق تعفير أو سائل زيتي، كما أن هناك مستحضرات تجارية منه في صورة مركزات قابلة للاستحلاب تحتوي على خليط من الفينفاليريت ويسوق هذا المبيد تجارياً تحت اسم Sumithion، Folithion

Fentron، Farmathion، Cekutrotion وShaminliulin. ويمتاز المركب بسرعة تحلله في الثدييات حيث يتم إخراجه في البول والبراز في صورة Dimethylfenitrooxon و 3-methyl-4-nitrophenol. وتبلغ قيمة DT_{50} في الأراضي المرتفعة حوالي ١٢-٢٨ يوم ويتحول إلى ثاني أكسيد الكربون و 3-methyl-4-nitrophenol، بينما في الأراضي المغمورة بالمياه تبلغ هذه القيمة ٤-٢٠ يوم حيث يتكسر و يتكون أمينوفينتروثيون Aminofenitrothion.

٥- الفنثيون Fenthion

CH_3

S

CH_3S — — $OP(OCH_3)_2$

Fenthion

O,O-dimethyl O-(3-methyl 4-methylthiophenyl)phosphorothioate

يُعد الفنثيون أحد مشتقات الميثايل-الباراثيون ويمتاز بإنه أكثر ثباتاً ضد التحلل القلوي والحامضي والحرارة مقارنة بالميثايل-باراثيون. ويعمل الفنثيون كسم بالملامسة ومعدي وتنفسي وهو مثبط لأنزيم AChE ويستعمل بمعدل ٦٠-١٢٠٠ جرام/ هكتار تبعا لنوع المحصول و الآفة المراد مكافحتها و طريقة تطبيق المبيد لمقاومة ذباب الفاكهة، نطاطات الأوراق، صانعات الأنفاق، بق الحبوب وثاقبات الأرز وبعض الحشرات الأخرى على الكروم، الخضروات، القطن، الشاي، البنجر، قصب السكر والدخان. كما يستعمل لمكافحة البعوض والذباب في برامج الصحة العامة والحشرات البيطرية لمكافحة الآفات المتطفلة خارجيا في حظائر الحيوانات.

ويجهز الفنثيون تجارياً في صورة مساحيق قابلة للتعلق، مركزات قابلة للاستحلاب، محببات، مركزات للتضبيب، الرش بالحجم المتناهي في الصغر ومساحيق قابلة للبلل وتحت عدة أسماء منها Pilartex ، Faster، Beiliulin، Baytex، Lebaycid وBaycid. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب عن طريق الفم لذكور فئران التجارب حوالي ٢٥٠ مجم/ كجم وهو متوسط الضرر (II) طبقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية.

ويتحلل المركب بسرعة في التربة تحت الظروف الهوائية مكوناً نواتج هدم عبارة عن فنثيون سلفوكسيد و فنثيون سلفون ومشتقات فينولية أخرى.

٦- إي بي إن EPN

EPN

O-ethyl O-(4-nitrophenyl) phenyl phosphonothioate

وهو أول مركب تم إنتاجه وتسويقه من مجموعة الفوسفونايت Phosphonate وذلك عام ١٩٤٩م بواسطة شركة DuPont. وهو مبيد حشري غير جهازي له تأثير كمبيد أكاروسي بالملامسة وكسم معدي. وهو فعال ضد عديد من يرقات حرشفية الأجنحة وخاصة ديدان لوز القطن وثاقبات الذرة وعديد من الحشرات التي تتغذى على الأوراق في الخضروات والفاكهة. كما استخدم هذا المركب كمادة منشطة للملاثيون. وقد تم تسويق المركب تجاريا في صورة مساحيق قابلة للتعلق ومركزات قابلة للاستحلاب وقد تم إيقاف هذا المركب نظراً لقدرته على إحداث سمية عصبية متأخرة Delayed Neuropathy في الإنسان والحيوانات المزرعية. وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ٣٦مجم/ كجم ولذا تم تصنيفه على إنه شديد الضرر جداً (Ia) تبعا لتصنيف منظمة الصحة العالمية. هذا وتبلغ قيمة فترة نصف العمر اللازمة لاختفاء المركب DT_{50} في تربة حقول الأرز أقل من ١٥ يوماً.

٧-الليبتوفوس Leptophos

Leptophos

O -4-bromo-2,5-dichlorophenyl O -methyl phenylphosphonothioate

وقد تم إنتاج هذا المركب عام ١٩٦٥م وتسويقه تحت اسم Phosvel و Abar لمكافحة الحشرات حرشفية الأجنحة مثل دودة ورق القطن وحفار ساق الأرز وهذا المركب له ثبات نسبي ومثابرة في النباتات لمدة طويلة. وقد أحدث هذا المركب كارثة عام ١٩٧١م في قرية قطور بمحافظة الغربية بمصر حين مات العديد من الحيوانات المزرعية بهذا المبيد نتيجة تحفيزه سمية عصبية متأخرة ولذا تم إيقاف استخدامه. وتبلغ قيمة LD_{50} حوالي ٩٠ مجم/ كجم ويعتبر متوسط الضرر (II) تبعا لتصنيف منظمة الصحة العالمية.

٨-التمفوس Temephos

$$(CH_3O)_2\overset{S}{\overset{\|}{P}}O-C_6H_4-S-C_6H_4-O\overset{S}{\overset{\|}{P}}(OCH_3)_2$$

Temephos

O,O,O',O'-tetramethyl O,O'-thiodi-p-phenylene bis(phosphorothioate)

تم إنتاج مبيد التمفوس بواسطة شركه سيناميد الأمريكية عام ١٩٦٥ كمبيد متخصص ضد يرقات البعوض حيث إنه فعال ضد البعوض بتركيزات صغيرة جداً (٠٠٥, ٠جزء في المليون). كما استخدم أيضا لمكافحة البراغيث على القطط والكلاب وضد حشرات الرأس في الإنسان و ذلك لانخفاض سميته للثدييات حيث إنه مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III) حيث تبلغ قيمة LD_{50} لفئران التجارب حوالي ٤٢٠٤ مجم/ كجم عن طريق الفم. ويسوق المركب تجارياً في صورة مركزات قابلة للاستحلاب، مساحيق قابلة للتعلق، محببات، مركزات للتضبيب، محببات دقيقة، طعوم جاهزة للاستخدام الفوري، محببات قابلة للذوبان في الماء وكمادة مدخنة و تحت أسماء عديدة منها Biothion ،Abate و Temeguard.

٩- الفنثويت Phenthoate

$$C_6H_5-\underset{CO_2CH_2CH_3}{\underset{|}{C}}HS\overset{S}{\overset{\|}{P}}(OCH_3)_2$$

Phenthoate

S-α -ethoxycarbonylbenzyl O,O-dimethyl phosphorodithioate

والمركب له مدى واسع كمبيد حشري وأكاروسي وله نشاط عال ضد الحشرات القشرية وهو مبيد غير جهازي ويعتبر سم بالملامسة و معدي يحدث تأثيره السام عن طريق تثبيط أنزيم AChE. ويستخدم المركب لمكافحة المن، الحشرات القشرية، التربس، الذبابة البيضاء وثاقبات الساق في القطن، الحبوب، الشاي، دوار الشمس، قصب السكر والخضروات. كما يستخدم في برامج الصحة العامة لمكافحة اليرقات والحشرات الكاملة للبعوض. ويصنف مبيد الفنثويت على إنه متوسط الضرر (II) تبعاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية حيث تبلغ قيمة LD_{50} حوالي ٢٧٠ مجم/ كجم لفئران التجارب عن طريق الفم. وتبلغ قيمة DT_{50} في الأراضي المرتفعة والمغمورة بالماء إلى أقل من يوم واحد. و يسوق المركب تجارياً في صورة مركزات قابلة للاستحلاب ومساحيق قابلة للتعلق له أسماء تجارية عديدة مثل Elsan ، Cidiail و Aimsan.

١٠ – التتراكلورفينفوس Tetrachlorvinphos

$$(CH_3O)_2P(=O)O-C(C_6H_2Cl_3)=C(Cl)H$$

(Z)

Tetrachlorvinphos
Z)-2-chloro-1-(2,4,5-trichlorophenyl)vinyl dimethyl phosphate)

تم إنتاج هذا المركب بواسطة شركة شل عام ١٩٦٦م. وهو مبيد غير جهازي له تأثير ضد الأكاروس كسم بالملامسة وكسم معد حيث يحدث تأثيره السام عن طريق تثبيط أنزيم AChE. وهو مبيد متخصص لمكافحة حرشفية وثنائية الأجنحة في الفواكه ومكافحة الحشرات حرشفية الأجنحة في القطن، الذرة، الأرز، الدخان والخضروات علاوة على استخدامه لمكافحة آفات الحبوب المخزونة. أيضاً يستخدم المركب في مزارع

الدواجن وحظائر الحيوانات لمكافحة المتطفلات الخارجية. وهو ليس عالي الفاعلية ضد الحشرات متشابهة الأجنحة وبعض الحشرات الماصة بسبب تحلله السريع، كما إنه ليس فعال تماما ضد حشرات التربة. والمبيد له سمية منخفضة للثدييات حيث إنه مصنف تبعاً لمنظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III) حيث تبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ٤٠٠٠-٥٠٠٠ مجم/ كجم. ويجهز التتراكلورفينفوس تجاريا في صورة مساحيق قابلة للتعلق، مركزات قابلة للاستحلاب، معلقات مركزة ومساحيق قابلة للبلل و تحت اسم Gardona وDebantic.

ثالثاً : إسترات الفوسفور العضوية الحلقية غير المتجانسة

١- البريميفوس- ميثايل Pirimiphos-methyl

Pirimiphos-methyl
O-2-diethylamino-6-methylpyrimidin-4-yl O,O-dimethyl phosphorothioate

يعتبر البريميفوس- ميثايل مبيد له مدى واسع ضد عديد من الحشرات والأكاروس سريع المفعول ويعطي تأثيره القاتل عن طريق تثبيط أنزيم AChE حيث إنه يعمل كسم الملامسة وأيضاً كسم تنفسي نظراً لأن ضغطه البخاري يسمح يوجد جزء محسوس منه في الحالة الغازية. ويتميز البريميفوس- ميثايل بقدرته على التغلغل خلال أنسجة الأوراق النباتية المرشوشة به معطياً تأثيراً قوياً ضد الحشرات الثاقبة الماصة وله مجال واسع في المكافحة حيث يستخدم في مكافحه الحشرات القارضة، الماصة، الثاقبات والناخرات التي تصيب المحاصيل الحقلية، الخضروات، الفواكه، قصب السكر، الذرة، الأرز، الموالح، الزيتون و الكروم. كما إنه يستخدم في مكافحه حشرات الحبوب المخزونة فضلا عن استخدامه في مجالات الصحة العامة لمكافحة الذباب والبعوض نظراً لانخفاض

سميته للثدييات والإنسان حيث تبلغ قيمة LD_{50} لفئران التجارب حوالي ١٤١٤مجم/ كجم عن طريق الفم، ولذا فهو مصنف كمبيد قليل الضرر (III) تبعاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية. وتبلغ قيمة DT_{50} في الحبوب المخزونة حوالي شهرين، بينما في التربة تحت الظروف الهوائية واللاهوائية حوالي ٥, ٣-٢٥ يوم. ويجهز البريميفوس-ميثايل تجاريا في صورة إيروسولات، مساحيق قابلة للتعلق، مركزات قابلة للاستحلاب، مولدات دخان، مركزات للتضبيب، محاليل لمعاملة البذور، محببات قابلة للذوبان في الماء ورش بالحجم المتناهي في الصغر و تحت اسم Actellic وActellifog.

٢-الدايازينون Diazinon

CH_3 S N $OP(OCH_2CH_3)_2$ N $(CH_3)_2CH$

Diazinon
O,O-diethyl O-2-isopropyl-6-methylpyrimidin-4-yl phosphorothioate

يعمل الدايازينون كسم بالملامسة، ومعديا و تنفسي كمبيد حشري و أكاروسي حيث يحدث تأثيره السام بتثبيط أنزيم AChE. وهو يستخدم لمكافحة الحشرات الماصة والقارضة والحلم على عديد من المحاصيل مثل أشجار الفاكهة والموالح، الكروم، الأناناس، الموز، البطاطس، قصب السكر، الشاي، البن، الذرة، البرسيم، القطن والأرز. كما يستخدم لمكافحة بق الفراش، البراغيث، الصراصير، النمل وحشرات الرأس والقراد في حظائر الحيوانات وتعتبر سميته منخفضة نسبياً للثدييات حيث تبلغ قيمة LD_{50}عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ١٢٥٠مجم/ كجم وهو مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه متوسط الضرر (II) وترجع السمية المنخفضة للمركب على الثدييات إلى نشاط أنزيم يقوم بتحلل المركب المعروف باسم Hydrolase. ويستخدم هذا المبيد بالمملكة العربية السعودية لمعاملة الأغنام بهدف مكافحة الحشرات البيطرية. ويجهز

الدايازينون تجاريا على هيئة كبسولات في صورة معلق، مساحيق قابلة للتعلق، مركزات قابلة للاستحلاب، مساحيق لمعاملة البذور، محببات، مركزات للتضبيب، محاليل لمعاملة البذور، مساحيق قابلة للبلل، إيروسولات، مواد للطلي وأقراص للتدخين وتحت أسماء عديدة منها Diazol، Dianozyl، Dianon، Neocidol، Basudin و Knox-out.

٣- الكلوربيروفوس Chlorpyrifos

Chlorpyrifos
O,O-diethyl O-3,5,6-trichloro-2-pyridyl phosphorothioate

تم اكتشاف الكلوربيروفوس بواسطة شركه DOW عام ١٩٦٥م ويعمل هذا المبيد كسم بالملامسة وكسم تنفسي حيث يحدث تأثيره السام عن طريق تثبيطه لأنزيم AChE. هذا المركب ثابت و له مثابرة متوسطة ويستخدم لمكافحة كثير من الحشرات التي تتبع رتب عديدة مثل غمدية، ثنائية، متشابهة وحرشفية الأجنحة على ما يزيد عن ١٠٠ محصول مثل الفواكه ذات النواة الحجرية، الموالح، النقل، الشليك، دوار الشمس، التين، الموز، الكروم، البطاطس، البنجر، الأرز، البرسيم، القطن، الذرة والحبوب. كما يستخدم لمكافحة اليرقات والحشرات الكاملة للبعوض و مكافحه القراد على الحيوانات المزرعية. والمبيد له سمية متوسطة للثدييات حيث تبلغ قيمة LD_{50} لفئران التجارب عن طريق الفم حوالي ١٣٥-١٦٣ مجم/كجم حيث إنه مصنف من قبل WHO على إنه متوسط الضرر (II). ويجهز الكلوربيروفوس تجاريا على هيئة مساحيق قابلة للتعلق، مركزات قابلة للاستحلاب، محببات، الرش بالحجم المتناهي في الصغر، محببات قابلة للتعلق، مساحيق قابلة للبلل و كبسولات دقيقة الحجم و تحت أسماء عديدة منها Bullet، Agromil، Lorsban، Dursban، Radar، Pestan، Panda، Dorsan، Chlorfos و Tafaban.

٤- الكلوربيروفوس-ميثايل

$$Cl_3C_5HN-OP(S)(OCH_3)_2$$

Chlorpyrifos- methyl
O,O-dimethyl O-3,5,6-trichloro-2-pyridyl phosphorothioate

وهو مشابه للكلوربيروفوس ويعمل هذا المبيد كسم بالملامسة وكسم تنفسي حيث يحدث تأثيره السام عن طريق تثبيطه لأنزيم AChE. ويستخدم لمكافحة كثير من الحشرات التي تتبع رتب عديدة مثل غمدية ، ثنائية، متشابهة وحرشفية الأجنحة على الحبوب والفواكه ذات النواة الحجرية، الموالح، الكروم، الشليك، الطماطم، الأرز، القطن ومحاصيل عديدة أخرى. ويستخدم أيضاً ضد الطور البالغ للبعوض والحشرات الزاحفة. ويعتبر الكلوربيروفوس-ميثايل أقل سمية للثدييات عن الكلوربيروفوس حيث تبلغ قيمة LD_{50} لفئران التجارب عن طريق الفم أكبر من ٣٠٠٠مجم/ كجم وهو مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). ويتحلل المركب بسرعة داخل الثدييات إلى ناتج هدم يسمى ٣, ٥, ٦-ثلاثي كلوروبيريدين-٢-أول (3,5,6-trichloropyridin-2-ol) غير السام الذي يتم إخراجه مع البول. وتبلغ قيمة LD_{50} في التربة حوالي ٥, ١- ٣٣ يوماً. و يوجد الكلوربيروفوس-ميثايل تجاريا على مركزات قابلة للاستحلاب، الرش بالحجم المتناهي في الصغر ومركزات للتضبيب وتحت اسم Pyriban M،Nuvagrain،Dowreldan، Reldan و Smite.

٥- ميثاداثيون Methidathion

$$CH_3O-C_2N_2S(=O)N-CH_2SP(S)(OCH_3)_2$$

Methidathion
S-2,3-dihydro-5-methoxy-2-oxo-1,3,4-thiadiazol-3-ylmethyl O,O-dimethyl phosphorodithioate

يُعد مركب الميثاداثيون مبيد غير جهازي يعمل كسم بالملامسة ومعديا حيث يقوم بتثبيط أنزيم AChE. ويستخدم المركب بمعدل ٣٠-٦٠جم/ هكتار لمكافحة الحشرات القارضة و الماصة وخاصة الحشرات القشرية وكذلك العناكب التي تهاجم الفواكه ذات النواة الحجرية، الكروم، الزيتون، القطن، البطاطس، البرسيم، الذرة وبعض الخضروات. ويجهز المركب في صورة مركزات قابلة للاستحلاب ومركزات للرش في صورة حجم متناهي في الصغر ومساحيق قابلة للبلل وتحت اسم تجاري Supracide، Ultracide أو Suprathion. وتتراوح قيمة LD_{50} لفئران التجارب عن طريق الفم من ٢٥-٥٤مجم/ كجم وهو مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه شديد الضرر (Ib). ويتحطم المركب سريعاً في التربة والماء بواسطة العمليات الكيميائية، الضوئية والبيولوجية حيث تبلغ قيمة DT_{50} ٣-١٨يوم.

(٢, ٣, ٧, ٣) المبيدات الفوسفورية الجهازية

أولاً : مبيدات الفوسفور الجهازية النباتية

تتبع معظم مبيدات الفوسفور الجهازية النباتية مجموعة أسترات الفوسفور العضوية الأليفاتية أو الإسترات الأليفاتية والحلقية غير المتجانسة ذات الحلقات الصغيرة وهذه المركبات لها القدرة على أن تمتص بواسطة النبات والانتقال في الأنسجة النباتية المختلفة بكميات فعاله ضد الحشرات التي تتغذى على أجزاء النبات سواء بالمضغ أو الامتصاص وتمتاز المركبات الجهازية والتي تعمل كسموم معدية عن المركبات التي تحدث تأثيرها بالملامسة بالآتي :

١- لها اختيارية عالية ضد الآفات وبالتالي تأثيرها يكاد يكون منعدم ضد الحشرات النافعة.

٢- أكثر فعالية في وقاية النباتات حديثه النمو.

٣- أكثر مثابرة وأقل تحللا حيث أن المبيدات التي تمتص بواسطة النباتات لا تتعرض للعوامل الجوية.

١ – الشراdان Schradan أو OMPA

$$(H_3C)_2N\text{-}P(=O)(N(CH_3)_2)\text{-}O\text{-}P(=O)(N(CH_3)_2)\text{-}N(CH_3)_2$$

Schradan
Octamethyldiphosphoramide

وقد اكتشف هذا المركب العالم Schrader حيث وجد أن هذا المركب له القدرة على التغلغل والانتقال خلال الأنسجة النباتية بسبب خواصه الجهازية وهو فعال ضد المن و الأكاروس. والمركب سام للثدييات حيث تبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم حوالي ١٣, ٥ مجم/ كجم وهو مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه شديد الضرر جدا (Ia). والاسم التجاري له PestoxIII ، Pestox3 و Systam.

٢– الدايموفوكس Dimefox

$$(H_3C)_2N\text{-}P(=O)(N(CH_3)_2)\text{-}F$$

Dimefox
Tetramethylphosphorodiamidic fluoride

أنتج هذا المركب عام ١٩٤٩م بواسطة شركة Fisons كمبيد جهازي وقد استعمل بنجاح ضد بعض أنواع البق الدقيقي وهو شديد السمية حيث تبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم حوالي ١–٥ مجم/ كجم وهو يعتبر شديد الضرر (Ia) وفقا لتصنيف منظمة الصحة العالمية، وقد تم تجهيز الدايموفوكس على هيئة أمبولات من الجلايين كتطبيق آمن ضد آفات التربة وتحت أسم PestoxXIV و TerraSytol.

٣– السستوكس Systox or Demeton

$$(C_2H_5O)_2P(=S)\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}S\text{-}C_2H_5$$

Demeton-O (thiono)
O,O -diethyl O -2-ethylthioethyl phosphorothioate

$$(C_2H_5O)_2P(=O)\text{-}S\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}S\text{-}C_2H_5$$

Demeton-S (thiolo)
O,O -diethyl S -[2-(ethylthio)ethyl] phosphorothioate

وهو عبارة مخلوط من الثيونو بنسبة ٦٥ ٪ و الثيولو بسبة ٣٥٪ والاسم التجاري لمركب demeton-S يسمى Isosystox. والديميتون فعال لمده ٤-٦ أسابيع ضد الحشرات الماصة كما أن له تأثير بالملامسة كسم تنفسي. وقد استعمل بنجاح في معامله البذور حيث تعامل به التقاوي لحماية البادرات بعد إنباتها من عدد كبير من الآفات.
وتبلغ قيمة LD_{50} للمشتق الثيونو (thiono) حوالي ٣٠ مجم/كجم، بينما لمشتق الثيونو (thiolo) حوالي ١,٥ مجم/كجم وهو يعتبر شديد الضرر جداً (Ia) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية.

٤- ديمتون-إس-ميثايل Demeton-S-methyl

$$CH_3CH_2SCH_2CH_2S\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{P}(OCH_3)_2$$

S-2-ethylthioethyl O,O-dimethyl phosphorothioate

وهو يتكون من مخلوط من ديمتون-إس-ميثايل وديمتون-أو-ميثايل ويمتاز المركب بأن له خصائص جهازية وكسم معد و بالملامسة ويتحول داخل النبات إلى مشتق السلفوكسيد والسلفون فيحدث تأثيره السام ضد الحشرات عن طريق تثبيط أنزيم AChE. والمركب فعال ضد المن والحلم في الفواكه، الحبوب، البطاطس وخضروات أخرى. ويجهز المركب تجاريا في صور مركزات قابلة للاستحلاب وتحت اسم MetasystoxI، Duratox و Metaphor. والمركب أقل سمية من الديمتون حيث تبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لذكور الفئران حوالي ٣٠مجم/كجم، إلا إنه مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه شديد الضرر (Ib). والمركب سريع التحطم جداً في التربة.

٥-الدايموثويت Dimethoate

$$CH_3NHCOCH_2S\overset{\overset{\displaystyle S}{\|}}{P}(OCH_3)_2$$

Dimethoate
O,O-dimethyl S-methylcarbamoylmethyl phosphorodithioate

يُعد مبيد الدايموثويت جهازي وله أيضاً تأثير كسم بالملامسة ومعد حيث يحدث تأثيره السام عن طريق تثبيطه لأنزيم AChE ويستخدم لمكافحة أنواع عديدة من الأكاروسات، المن، الحشرات غمدية، حرشفية وثنائية الأجنحة التي تهاجم الحبوب، الموالح، البن، القطن، الكروم، الزيتون، البطاطس، الشاي، الدخان والخضروات. وهو ذو فعالية عالية ضد الذباب المنزلي وغيره من الحشرات ثنائية الأجنحة ذات الأهمية الطبية حيث أن سميته منخفضة. ويلاحظ أن الليمون، الخوخ، الزيتون، الطماطم و الفول حساسة للدايمثويت ويلحق بها الضرر. ويجهز الدايمثويت تجاريا في صورة مركزات قابلة للاستحلاب، محببات، رش بالحجم المتناهي في الصغر، مساحيق قابلة للبلل وإيروسولات وتحت أسماء عديدة منهاCygon، Rogor، Romethoate، Dimezyl، Danadim، Afidox، وHilthioate. وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ٣٧٨مجم/ كجم ولذا فهو مصنف على إنه متوسط الضرر (II) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية. ويعتبر الدايمثويت سام لطوائف نحل العسل.

٦- الفوريت Phorate

$$CH_3CH_2SCH_2S\overset{\overset{S}{\|}}{P}(OCH_2CH_3)_2$$

Phorate

O,O-diethyl S-(ethylthiomethyl)phosphorothiolothionate

تم اكتشاف هذا المبيد عام ١٩٥٤م بواسطة شركة سيناميد الأمريكية وهذا المبيد فعال جهازياً وكذلك عن طريق الملامسة والمعدة للحشرات و الأكاروس حيث يحدث تأثيره السام عن طريق تحوله داخليا بتأثير بعض الأنزيمات في النبات إلى مركبات أكثر فعالية لتثبيط أنزيم AChE. ويستخدم الفوريت بنجاح لمكافحة الحشرات الثاقبة الماصة والنيماتودا في المحاصيل الحقلية وكذلك في المحاصيل الجذرية وهو سريع الامتصاص بواسطة النبات. ويلاحظ أن بعض النباتات حساسة للفوريت مثل التفاح، الجزر، قصب السكر، الذرة والفول. ولشدة سمية الفوريت يجهز في صورة محببات وتحت أسماء تجارية عديدة منها Umet، Dhan، Thimet وVolphor. وتبلغ قيمة

LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ٣,٧ مجم/ كجم وهو مصنف على إنه شديد الضرر جداً (Ia) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية. ونظراً لشدة سميته للإنسان فإنه يجب مراعاة الحرص والحذر الشديد عند استخدامه وتداوله. كما أن المركب سام لطوائف نحل العسل. وتبلغ قيمة DT_{50} للمركب في التربة حوالي ٧-١٠ أيام.

٧- المونوكروتوفوس Monocrotophos

$$(CH_3O)_2\overset{\overset{O}{\|}}{P}-O-C(CH_3)=C(H)-CONHCH_3$$

Monocrotophos
3-dimethoxyphosphinoyloxy-N-methylisocrotonamide

تم إنتاج هذا المركب بواسطة شركتي سيبا جيجي و شل عام ١٩٦٥م والمركب فعال كمبيد جهازي وبالملامسة وكمدخن ويمكنه النفاذ خلال الأنسجة النباتية بسرعة. والمركب يحدث تأثيره السام عن طريق تثبيطه لأنزيم AChE وهو فعال ضد أنواع عديدة من الآفات سواء الحشرات الثاقبة، القارضة و الماصة والمن على عديد من المحاصيل مثل القطن، الأرز، الدخان، الموالح، الزيتون، البطاطس، فول الصويا و قصب السكر، إلا أن هناك بعض النباتات مثل التفاح، الكمثرى، الخوخ و الكراز حساسة للمبيد. و يجهز المركب في صورة مركزات قابلة للذوبان أو للرش بالحجم المتناهي في الصغر وتحت أسماء تجارية عديدة منها Azodrin، Croton، Monodrin، Monocron و Nuvacron. وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ١٨ مجم/ كجم ولذا فهو مصنف على إنه شديد الضرر (Ib) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية. وتبلغ قيمة DT_{50} للمركب في التربة حوالي ٧-١٠ يوم.

٨- الثيوميتون Thiometon

$$CH_3CH_2SCH_2CH_2S\overset{S}{\overset{\parallel}{P}}(OCH_3)_2$$

Thiometon
S-2-ethylthioethyl O,O-dimethyl phosphorodithioate

وهذا المبيد فعال جهازياً وكذلك بالملامسة وعن طريق المعدة ضد الحشرات والأكاروس ويستخدم بنجاح ضد المن والتربس والأكاروس على عديد من المحاصيل مثل الشليك، الموالح، الكرنب، اللفت، الزيتون، الكروم، القطن والحبوب بمعدل ٢٥٠-٣٧٥جم/ هكتار. ويجهز المركب في صورة مركزات قابلة للاستحلاب أو للرش بالحجم المتناهي في الصغر وتحت اسم Ekatin و Medrin. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ٧٣مجم/ كجم ولذا يعتبر شديد الضرر (Ib) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية، كما إنه شديد السمية لطوائف النحل. وتبلغ قيمة DT_{50} للمركب في التربة أقل من يوم واحد ولذا يمتاز هذا المركب بعدم قدرته على الغسيل الرأسي والتسرب إلى الماء الجوفي، كما أن المركب ونواتج هدمه غير مثابرة ولا تتراكم في التربة ولا الماء.

ثانياً : مبيدات الفوسفور الجهازية الحيوانية

وهذه المجموعة من المبيدات تستخدم على الحيوانات إما رشاً أو توضع على الأكل فينتقل خلال أنسجة جسم الحيوان ويسير مع تيار الدم فيقضي على بعض الطفيليات الداخلية و بعض الطفيليات الخارجية مثل الذباب الإسطبلات، القراد، الحلم والقمل.

١- الرونيل Ronnel

$$(H_3CO)_2P(=S)-O-C_6H_2Cl_3\ (2,4,5)$$

Ronnel
O,O -dimethyl O -2,4,5-trichlorophenyl phosphorothioate

يعتبر الرونيل من أوائل المبيدات الجهازية الحيوانية حيث تم اكتشافه عام ١٩٥٤م بواسطة شركة DOW وهو فعال ضد نغف جلد البقر، الديدان الحلزونية والقراد حيث تعامل به الحيوانات المزرعية عن طريق الفم بجرعة قدرها ١٠٠ مجم/ كجم من وزن الحيوان. وتعتبر سميته منخفضة جداً للثدييات حيث تبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ١٢٥٠-١٧٥٠ مجم/ كجم، علاوة على سرعة تحلله داخل جسم الحيوان. من الأسماء التجارية للمركب Korlan، Nankor، Trolene وFenchlorphos.

٢- الكومافوس Coumaphos

$$(CH_3CH_2O)_2P(=S)-O-$$ [3-chloro-4-methylcoumarin-7-yl: ring with O, =O, Cl, CH_3]

Coumaphos
O-3-chloro-4-methyl-2-oxo-2H-chromen-7-yl O,O-diethyl phosphorothioate

تم تحضير هذا المركب بواسطة العالم Schrader عام ١٩٥١م وإنتاجه بواسطة شركة باير عام ١٩٥٢م وهو مثبط لأنزيم AChE حيث إنه فعال ضد الحشرات ثنائية الأجنحة واليرقات المتطفلة خارجيا على الماشية والدواجن حيث يتم رشه على الحيوانات أو يخلط مع الغذاء لمكافحة نيماتودا الأمعاء وذلك بسبب الانخفاض النسبي في سميته للثدييات. كما يستخدم الكومافوس لمكافحة الحلم المتطفل على النحل. ويجهز الكومافوس تجارياً في صورة مساحيق أو محاليل للرش وتحت اسم Perizin، Asunto وCo-Ral. وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ٤١ مجم/ كجم وهو مصنف تبعاً لمنظمة الصحة العالمية على إنه شديد الضرر جداً (Ia). والمركب يتحطم ضوئيا على سطح التربة حيث تبلغ قيمة DT_{50} حوالي ٨ , ٢٣ يوماً.

(٨ , ٣) مبيدات الكاربامات Carbamtate Insecticides

(٣ , ٨ , ١) مقدمة

في العصور البدائية كانت تتمثل أهم أركان العدالة في الوصول للحقيقة هي المحاكمة بالتعذيب حيث كان يدفع الشخص المشكوك في ارتكابه جريمة ما لتناول نباتات الفول السامة للصنف *Physosyigma venenosum* فإذا قاوم فعل السم الموجود في النبات واستمرت حياته كانت البراءة وإذا حدث له ضرر نفذت علية العقوبة. وفي عام ١٨٦٤م تم عزل المواد السامة الفعالة من النبات والتي أطلق عليها مادة الفيسوستجمين Physostigmine أو الإيزيرين Eserin وفي عام ١٩٢٥م تمكن العالمان Stedman & Barher من اكتشاف طبيعة التركيب على إنه أحد إسترات مشتقات حامض الكارباميك.

Physostigmine (Eserin) **Carbamic acid**

ومن المعروف أن جميع مركبات الكاربامات الدوائية توجد في صورة متأنية أو قابلة للتأين ولهذا السبب ليس لها أي تأثيرات على الحشرات، وفي عام ١٩٤٧م توصلت شركة سيبا جيجي السويسرية إلى اكتشاف أول مبيد حشري يتبع مبيدات الكاربامات وهو مبيد الديمتان Dimetan والذي ينتمي إلى مجموعة ن – ثاني ميثايل كاربامات N-dimethylcarbamate نظرا لصعوبة تحضير مركبات من مجموعة ن – ميثايل كاربامات N- methyl .

وتشابه هذه المركبات إلى حد كبير مع مركبات الفوسفور العضوية من حيث الفعل البيولوجي، احتمالات تكوين السلالات المقاومة لفعلها بين مجاميع الآفات المستهدفة وكذلك تثبيطها لنشاط أنزيم AChE.

(٢, ٨, ٣) الصفات المميزة لمركبات الكاربامات

١-تتميز معظم مركبات الكاربامات بالذوبان العالي في الماء بدرجة تفوق المبيدات الفوسفورية و الهيدروكربونات المكلورة وهذه الخاصية تؤثر بدرجة كبير على سلوكها في البيئة.

٢- للعديد من مركبات الكاربامات فعل جهازي كما في حالة اللانيت والتيميك.

٣- تتحلل هذه المركبات بفعل الحرارة ويمكن تقليل هذه الخاصية بزيادة الاستبدال على ذرة النتروجين.

٤- تتعرض هذه المركبات للتحلل المائي مما يفقدها الفعالية ويرتبط ذلك بالاستبدالا على ذرة النيتروجين.

٥- تعتبر مركبات الكاربامات شديدة السمية على الثدييات في حالة بعض المركبات الأصلية وغالبا مع نواتج تمثيلها.

٦- تقوم بتثبيط أنزيم AChE كما الحال مع المركبات الفوسفورية .

٧- تتفاعل الكاربامات مع الأمينات والأمونيا وتكون اليوريا.

٨- يتم هدم هذه المركبات عن طريق إضافة مجموعة كربوكسيل Carboxylation مما يؤثر على سلوكها وفعلها البيولوجي.

وقد تم تحضير أشهر مركبات الكاربامات وهو مبيد الكارباريل (Carbaryl) والمعروف تجاريا باسم السيفين Sevin عام ١٩٥٣م والذي يتبع مجموعة N-methyl carbamate. وهو مبيد فعال ضد الحشرات عن طريق الملامسة والمعدة وله تأثير جهازي ضعيف، كما إنه مثبط ضعيف لأنزيم AChE ويوصى باستخدامه لمكافحة عدد كبير من الآفات الحشرية الحرشفية، الغمدية، القارضة والماصة والتي تصيب أكثر من ١٢٠ محصول مثل القطن، الذرة، الفاكهة، الخضروات، المانجو، الموز، الشليك، الكروم، الزيتون، البامية، الأرز، البطاطس والبرسيم. ويستخدم أيضا في مكافحة الحشرات المنزلية مثل الصراصير.

$OCONHCH_3$

Carbaryl
1-Naphthyl methylcarbamate

والمركب له أسماء تجارية عديدة منها Karl، Efaryl، Carbamec، Sevin و Raid.

و تبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ٢٦٤مجم/ كجم وهو يتبع مجموعة المبيدات متوسطة الضرر (II) وفقا لتصنيف منظمة الصحة العالمية. ويتميز الكارباريل بعدم تراكمه في أنسجة الثدييات ويتكسر بسرعة إلى نواتج هدم غير سامة مثل ١ - نافثول 1-Naphthol يتم إخراجها عن طريق البول والبراز.

(٣, ٨, ٣) أقسام مركبات الكاربامات

يمكن تقسيم مركبات الكاربامات إلى ثلاثة مجاميع :

(١, ٣, ٨, ٣) مركبات ن، ن- ثاني ميثايل كاربامات N,N-dimethyl carbamate

١ - البيرولان Pyrolan

N=C—CH_3
N
C=C—H
$OOCN(CH_3)_2$

Pyrolan
3-Methyl-1-phenyl-1H -pyrazol-5-yl dimethylcarbamate

وهو من إنتاج شركة سيبا جيجي Ciba-Geigy AG وهو مبيد حشري وقد تم إيقاف إنتاجه نظراً لسميته المرتفعة نسبيا للثدييات حيث تبلغ قيمة LD_{50} على فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٩٠مجم/ كجم.

٢- الأيسو لان Isolan

Isolan
1-Isopropyl-3-methylpyrazol-5-yl dimethylcarbamate

وهو من إنتاج شركة سيبا جيجي Ciba-Geigy AG وهو مبيد حشري وقد تم إيقاف إنتاجه لسميته المرتفعة للثدييات حيث تبلغ قيمة LD_{50} على فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ١١-٥٠ مجم/ كجم. ومن أسماء الأيسو لان أيضا Primin.

(٢, ٣, ٨, ٣) مركبات الفينايل كاربامات Phenyl carbamate

١- ميكساكاربات Mexacarbate

Mexacarbate
4-Dimethylamino-3,5-xylyl methylcarbamate

وهو مبيد حشري وأكاروسي، كما أن له فعالية ضد القواقع وسميته مرتفعة للثدييات حيث تبلغ قيمة LD_{50} على فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٢٤ مجم/ كجم. ومن أسماء المركب أيضاً زيكيتران Zectran.

٢- دايوكساكارب Dioxacarb

Dioxacarb
2-(1,3-dioxolan-2-yl)phenyl methylcarbamate

وقد تم إنتاج هذا المركب بواسطة شركة سيبا جيجي Ciba-Geigy AG وهو له فعالية عالية كسم بالملامسة أو عن طريق المعدة ضد الصراصير بما فيها الصراصير المقاومة لتأثير المبيدات الفوسفورية والهيدروكربونات المكلورة وهو فعال أيضا ضد عدد كبير من الحشرات المنزلية وكذلك التي تصيب المواد المخزونة و الحشرات القارضة والماصة للعصارة النباتية مثل المن وكذلك ضد الدودة الخضراء ونطاطات الأوراق. ويتميز هذا المبيد بقدرته الفائقة على صعق الحشرات المعرضة له بسرعة، كما أن له فعالية على الأوراق النباتية المرشوشة تمتد إلى ٧-٥ أيام بعد الرش. ومن الملاحظ ان هذا المبيد سام لطوائف النحل ولذا لا ينصح برشه في أماكن نشاط النحل. ويعتبر دايوكساكارب ذات سمية مرتفعة نسبيا للثدييات حيث تبلغ قيمة LD_{50} على فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٦٠-٨٠مجم/ كجم. ومن أسماء المركب التجارية Elocron و Famid.

٣- بروبكسير Propoxur

Propoxur
2-(1-Methylethoxy) phenyl methyl carbamate

وقد تم إنتاج هذا المركب بواسطة شركة باير Bayer عام ١٩٦٣م وهو مبيد حشري غير جهازي حيث يؤثر عن طريق الملامسة والمعدة ويتميز بأن له تأثير طويل الأجل ويتميز بأن الحشرات تصعق سريعا بمجرد التعرض له. وهذا المبيد فعال ضد الصراصير والنمل والذباب والمن والبق والبعوض وغيرها من الحشرات المنزلية وهو له أسماء تجارية عديدة فيباع للاستخدامات الزراعية تحت اسم Unden وللاستخدام في مجال الصحة العامة والاستخدامات المنزلية. ويجهز المركب في صورة إيروسولات، مسحوق قابل للتعلق، مركزات قابلة للاستحلاب، مولدات دخان، طعوم جاهزة للاستخدام الفوري و مركزات قابلة للذوبان و تحت اسم بايجون Baygon أو Blattanex. وتبلغ قيمة LD_{50} على فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٥٠ مجم/ كجم وهو مصنف على إنه متوسط الضرر (II) وهو عالي السمية لطوائف نحل العسل.

٤- ميثيوكارب Methiocarb

$$CH_3NH-\overset{\overset{\Large O}{||}}{C}-O-C_6H_2(CH_3)_2(SCH_3)$$

Methiocarb
4-Methylthio-3,5-xylyl methylcarbamate

وهو مبيد قواقع غير جهازي له أيضاً تأثير ضد الحشرات والأكاروس عن طريق الملامسة والمعدة حيث يقوم بتثبيط أنزيم AChE في الآفات المرشوشة. كما يستخدم المركب لمكافحة القواقع ذات الصدفة Snails والبزاقات Slugs في عديد من المحاصيل الزراعية، كما أن له مدى واسع ضد الحشرات الحرشفية، غمدية، ثنائية ومتشابهة الأجنحة وكذلك الحلم في الفاكهة، الموالح، الشليك، البطاطس، الذرة والخضروات. كما يستخدم الميثيوكارب كمادة طاردة للطيور بمعاملة البذور به. ويجهز الميثيوكارب

تجاريا في صورة مساحيق قابلة للتعلق، طعوم محببة، طعوم جاهزة للاستخدام الفوري، مركزات معلقة، مساحيق قابلة للبلل و كاسيات للبذور و تحت اسم Draza و Mesurol. تبلغ قيمة LD_{50} على فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٢٠مجم/ كجم وهو مصنف على إنه متوسط الضرر للثدييات (II) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية.

٥- كاربوسلفان Carbosulfan

$$\mathrm{OCON(CH_3)-S-N[(CH_2)_3CH_3]_2}$$

Carbosulfan

2,3-dihydro-2,2-dimethylbenzofuran-7-yl (dibutylaminothio)methylcarbamate

يُعد الكاربوسلفان مبيد حشري جهازي له تأثير أيضا كسم بالملامسة ومعديا حيث يحدث تأثيره السام بتثبيط أنزيم AChE حيث يرجع نشاطه الإبادي بسبب تحول المركب داخل الجسم إلى مبيد الكربوفيوران نتيجة لكسر الرابطة بين النيتروجين والكبريت N-S. ويستخدم الكاربوسلفان بمعدل ١٥٠-٢٠٠مل/ ١٠٠لتر ماء لمكافحة الحشرات القارضة التي تسكن التربة والماصة التي تهاجم المجموع الخضري مثل الديدان، المن، الذبابة البيضاء، التربس، العناكب، نطاطات الأوراق، الخنافس، الديدان السلكية والنيماتودا. ويجهز المركب تجاريا في صورة كبسولات للتعلق، مساحيق قابلة للتعلق، مركزات قابلة للاستحلاب، محببات، مركزات زيتية لرشها بالحجم المتناهي في الصغر (ULV) ومساحيق قابلة للبلل وتحت أسماء عديدة منها Marshal، Posse، Spi، Suden و Advantage. تبلغ قيمة LD_{50} على فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٢٥٠مجم/ كجم وهو مصنف على إنه متوسط الضرر للثدييات (II) من قبل منظمة الصحة العالمية. و يتحطم المركب بسرعة في التربة تحت الظروف الهوائية واللاهوائية إلى الكربوفيوران حيث تبلغ قيمة DT_{50} ٢-٥أيام.

(٣,٣,٨,٣) مركبات الأوكسيم كاربامات

١- ميثوميل Methomyl

$$CH_3NHCO_2N=C\begin{matrix} SCH_3 \\ CH_3 \end{matrix}$$

Methomyl
S-methyl N-(methylcarbamoyloxy)thioacetimidate

يُعد الميثوميل مبيد جهازي وكذلك له تأثير بالملامسة والمعدة وهو مثبط لأنزيم AChE وله فعالية ضد الحشرات حرشفية، ثنائية، غمدية ومتشابهة الأجنحة وكذلك ضد الأكاروس في الفاكهة، الكروم، الزيتون، الخضروات، المحاصيل الحقلية. كما يستخدم الميثوميل في مكافحة الذباب في مزارع الدواجن وحظائر الحيوانات. ويسوق الميثوميل تجارياً في صورة مركزات ذائبة، مساحيق قابلة للذوبان في الماء ومساحيق قابلة للبلل وتحت اسم Lannate، Dimethilin، Kuik، Nudrin و Methomex. وتبلغ قيمة LD_{50} على فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٣٤مجم/ كجم وهو مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه عالي الضرر (Ib). ونظرا لسرعة ذوبان الميثوميل في الماء فإنه يجب الحرص الشديد عند استخدامه ومنع وصوله إلى مصادر مياه الشرب والماء. والمبيد سريع التحلل في التربة وتبلغ قيمة DT_{50} في الماء الأرضي أقل من ٢,٠يوم.

٢-ألديكارب Aldicarb

$$CH_3S-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-CH=NOCONHCH_3$$

Aldicarb
2-methyl-2-(methylthio)propionaldehyde O-methylcarbamoyloxime

يُعد الألديكارب مثبط قوي لأنزيم AChE حيث إنه يشابه من الناحية التركيبية مادة التفاعل الأنزيمي المعروفة باسم الأسيتايل كولين (ACh). هذا المبيد فعال جهازيا حيث يمتص بسرعة عن طريق الجذور وينتقل من أسفل لأعلى، كما أن له بعض التأثير كسم بالملامسة ومعدي. و يستخدم الألديكارب لمعاملة التربة لمكافحة الحشرات القارضة والماصة مثل المن، الذبابة البيضاء، صانعات الأوراق، الحلم، وكذلك لمكافحة النيماتودا في البيوت المحمية وفي الحوليات والشليك، البطاطس، البصل، الكروم، الموالح، الموز والقطن. ويستخدم لمعاملة التربة قبل الزراعة أو بنثره على مهد البذرة بعد الزراعة ويلزم وجود قدر من الرطوبة في التربة لكي تنطلق المادة الفعالة من الحبيبات ولذا فإن الري أو المطر بعد المعاملة يكون ضروريا لذلك حيث تمتص المادة الفعالة بواسطة جذور النبات وتنتشر في باقي أجزاء النبات متحولة إلى نواتج أكثر سمية للحشرات و النيماتودا بفعل بعض الأنزيمات في النبات. ويعطي المبيد وقاية ضد الآفات لمدة قد تصل ٨٤ يوما بعد المعاملة. كما يستخدم الألديكارب في مكافحة الفئران وذلك بخلطه مع الماء لخفض تعداد كثافة الفئران وهنا يفضل المستحضر في صورة محببات والتي به نسبة المادة الفعالة ١٠٪. ويسوق المركب في صورة محببات تحت اسم Temik أو Sanacarb. والمبيد من أكثر المبيدات سمية للإنسان تبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ٠,٩٣ مجم/ كجم وهو يعتبر شديد الضرر جداً (Ia) وفقا لتصنيف منظمة الصحة العالمية ولذا يجب الحذر عند استخدام هذا المبيد.

٣- الأوكساميل Oxamyl

$$\begin{array}{l}(CH_3)_2NCOC = NOCONHCH_3 \\ \qquad\qquad\quad | \\ \qquad\qquad\; SCH_3\end{array}$$

Oxamyl

N,N-dimethyl-2-methylcarbamoyloxyimino-2-(methylthio)acetamide

يُعد الأوكساميل مبيد جهازي وأيضاً سم بالملامسة ضد الحشرات والأكاروس والنيماتودا حيث يؤثر على الآفات عن طريق تثبيط أنزيم AChE. والمبيد ينتقل عن طريق الأوراق والجذور وهو يستخدم في مكافحة الحشرات القارضة والماصة والحلم والنيماتودا في النخيل، الرومان، الحمضيات والعنب، القمح، الذرة، الطماطم، البطاطس والقرعيات. ويسوق المركب تجارياً في صورة محببات أو مركزات ذائبة و تحت أسم Vydate. و تبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي١ ,٣مجم/ كجم وهو يعتبر شديد الضرر (Ib) وفقا لتصنيف منظمة الصحة العالمية. وتبلغ قيمة DT_{50} في التربة حوالي ٧أيام، بينما في المياه الجوفية حوالي ٢٠يوماً.

٤- الثيوديكارب Thiodicarb

$$
\begin{array}{l}
CH_3NCO_2N = C \begin{array}{l} CH_3 \\ SCH_3 \end{array} \\
\quad | \\
\quad S \\
\quad | \\
CH_3NCO_2N = C \begin{array}{l} SCH_3 \\ CH_3 \end{array}
\end{array}
$$

Thiodicarb

3,7,9,13-tetramethyl-5,11-dioxa-2,8,14-trithia-4,7,9,12-tetra-azapentadeca-3,12-diene-6,10-dione

يعتبر مبيد الثيودايكارب سم معدي وله تأثير محدود كسم بالملامسة وهو مثبط لأنزيم AChE. ويستخدم الثيودايكارب بنجاح ضد جميع أعمار الحشرات حرشفية، غمدية وثنائية الأجنحة حيث له كفاءة عالية في مكافحة ديدان اللوز، ديدان الذرة وثاقبات الذرة على عديد من المحاصيل مثل الذرة السكرية، السورجام، الفول السوداني، الكروم، الطماطم وخضراوات أخرى حيث يعطي تأثير ضد الآفات حتى ١٢ يوماً أو أكثر بناء على الظروف المناخية والمحصول المزروع و العوامل البيئية. كما أن للمبيد تأثير كمبيد للقواقع حيث إنه فعال ضد البزاقات التي تهاجم الحبوب ومحاصيل الزيوت. ويسوق الثيودايكارب تجاريا على هيئة مساحيق قابلة للتعلق، طعوم محببة، طعوم جاهزة للاستخدام الفوري، مركزات معلقة، محببات قابلة للذوبان في الماء، محببات قابلة للتعلق، مساحيق قابلة للبلل، مساحيق

للتعفير ومحاليل قابلة للتدفق وتحت اسم Larvin و Skipper. وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ٦٦ مجم/ كجم وهو يعتبر متوسط الضرر (II). وتتراوح قيمة DT_{50} للمركب في التربة من ٣-٨ أيام تبعاً لنوع التربة.

(٩ ,٣) البيرثرينات المصنعة (البيرثرويدات) Synthetic Pyrethroids

(١ ,٩ ,٣) التطور التاريخي للبيرثرينات المصنعة

استخدمت البيرثرينات الطبيعية على نطاق واسع نظرا لفعلها الابادي العالي ضد الحشرات الضارة بصحة الإنسان وتأثيرها الصارع السريع بالإضافة إلى قلة سميتها على الإنسان وغيره من الثدييات ولكن لم تحقق هذه المركبات نجاحا ملحوظا في التطبيق الحقلي وذلك لعدم ثباتها وتحللها السريع وبالتالي فقدان فعاليتها عند تعرضها للضوء والحرارة علاوة على التكلفة العالية لاستخدامها بسبب ارتفاع ثمن المواد الفعالة وتناقص إنتاج البيرثرم مما دعت الحاجة إلى البحث عن مركبات لها نفس المميزات السابقة للبيرثرينات الطبيعية ولكنها ذات قدر كبير من الثبات البيئي. فبدأت بعض الشركات لتصنيع البيرثرينات المصنعة وقد تم تحضير مركب الألثرين Allethrin بواسطة شركة سوميتومو Sumitomo اليابانية وتم تسويقه تحت اسم بينامين Pynamin عام ١٩٥٣م وقد لاقى هذا المركب نجاحا كبيراً في عمل اللفائف لمكافحة البعوض، كما استخدم في عمل المدخنات الكهربائية. وفي عام ١٩٦٥م تمكنت نفس الشركة من إنتاج مركب الترامثرين المعروف باسم نيوبينامين Neo-pynamin وبعد ذلك تمكنت شركة Roussel Uclaf الفرنسية من تطوير تحضير كل من البيوألثرين و إس - بيوألثرين Bioallethrin و S-Bioallethrin وهي مشابهات لمركب الألثرين. وفي عام ١٩٦٥م تمكن العالم إليوت Elliot من تحضير كل من الريزمثرين Resmethrin والبيوريزمثرين Bioresmethrin ، بينما اكتشفت شركة سوميتومو Sumitomo اليابانية مركب الفينوثرين Phenothrin و دي - فينوثرين d-phenothrin في عام ١٩٦٨م والتي أدت إلى الكشف عن بيرثرينات مصنعة ثابتة ضوئيا والتي استخدمت في عمل الإيروسولات والمحاليل الزيتية كمواد صارعة مع المنشطات أو بدونها ولكنها لم تصلح في حماية النباتات من الحشرات لقلة ثباتها.

وفي بداية السبعينات بزغ فجر وجود البيرثرينات الصناعية الثابتة ضد التحلل الضوئي والتي تصلح في مجال الزراعة ولقد تمكن العالمان Farkas و Czecho-Sovak من اكتشاف الحامض dichlorovinyl crysanthemic acid وأطلق عليه حامض Farkas acid، ثم اكتشفت الشركة اليابانية مركب الفينفاليريت Fenvalerate والمحتوى على كل من الكحول 3-phenoxy-cyano-benzyl والحامض isopropyl-4-chlorophenylacetic acid. وبعد ذلك تم اكتشاف مركب السيبرمثرين Cypermethrin والمركب ديكامثرين Decamethrin. ويعتبر الربع الأخير من القرن العشرين العصر الذهبي للبيرثرينات المصنعة.

(٢ , ٩ , ٣) الصفات الأساسية للبيرثرينات الطبيعية والمصنعة

١ - الجزيء عبارة عن إستر (حامض عضوي مرتبط كحول بواسطة رابطة إستر).

٢- جميع البيرثرينات الطبيعية والبيرثرويدات ذات تأثير صارع نسبي على الحشرات.

٣- جميع البيرثرينات الطبيعية والبيرثرويدات قليلة الذوبان في الماء كما في حالة الهيدروكربونات المكلورة لذلك لا يوجد من بينها حتى الآن مركب يسلك سلوكا جهازيا.

٤ - لها كفاءة عالية ضد الحشرات المستهدفة وقليلة السمية للإنسان والثدييات أي أن لها أمان عالي.

٥- جميع هذه المركبات تؤثر على الجهاز العصبي المركزي (التأثير القاتل) والجهاز العصبي الطرفي (التأثير الصارع).

٦- جميع هذه المركبات ذات سمية عالية على السمك.

٧- هذه المركبات تتكون من مخاليط من عدة مشابهات ومشتقات تختلف تبعا لعدد ذرات الكربون غير المتماثلة ودرجة عدم التشبع الموجودة في الجزيء.

(٣ , ٩ , ٣) تركيب البيرثرينات المصنعة

من المعروف أن لحامض الكريزانثميك ومشتقاته مشابهان فراغيان هما شكل الكرسي (Trans) وشكل القارب (Cis) واللذان ينتجان من الترتيب الفراغي لمجاميع الأيزوبيوتينيل والكربوكسيل، وكذلك يوجد مشابهات ضوئية (+), (-) والتي تنتج من إعادة الترتيب المطلق S و R للمجاميع الإحلالية على ذرتي الكربون رقمي١ و ٣ في

البروبان الحلقي. ونتيجة لوجود المشابهات الفراغية والضوئية لكل من الشق الحامضي والكحولي في المركب الواحد نحصل على أعداد مختلفة من المشابهات. فعلى سبيل المثال يكون لمبيد الفينفاليرات أربعة مشابهات ضوئية هي RR, RS, SR, SS. والشكل التالي يوضح المشتقات الفراغية لحامض الكريزانثميك.

(+)-Trans

(-)-Trans

(+)-Cis

(-)-Cis

ويمكن تقسيم البيرثرويدات تبعاً للتركيب الكيميائي من حيث احتواءها أو عدم احتواءها على مجموعة ألفا - سيانو.

(١, ٣, ٩, ٣) المركبات التي لا تحتوي على مجموعة ألفا-سيانو Non-α-cyano group

١ - ألثرين Allethrin

Allethrin

(RS)-3-allyl-2-methyl-4-oxocyclopent-2-enyl (1R,3R;1R,3S)-2,2-dimethyl-3-(2-methylprop-1-enyl) cyclopropanecarboxylate

يُعد الألثرين مبيد حشري يعمل بالملامسة وكسم معدي وتنفسي فيحدث صدمة عصبية سريعة في الحشرات ويسبب شلل قبل موت الحشرة. يستخدم المركب لمكافحة الذباب، البعوض، النمل وأيضاً ضد الحشرات المنزلية والحشرات التي لها علاقة بالصحة العامة. وغالباً هذا المركب يخلط مع بعض المواد المنشطة مثل البيرونيل بيوتوكسيد لمكافحة الحشرات القارضة والماصة على الحوليات والخضروات. كما إنه يستخدم لمكافحة الحشرات في حظائر الحيوانات والمتطفلات الخارجية على الحيوانات المزرعية. وهو يستخدم في صناعة لفائف البعوض نظرا لتطايره وثباته الحراري. ويجهز المركب في صورة إيروسولات، زيوت رش، مساحيق تعفير، لفائف، مركزات قابلة للاستحلاب ومساحيق تعفير ويسوق تجارياً تحت اسم Pynamin Forte. ويعتبر الألثرين قليل الضرر (III) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية حيث تبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ٢١٥٠ مجم/ كجم. ويتكسر المركب داخل كبد الثدييات إلى مجموعتي الكحول والكربوكسيل.

٢-التترامثرين Tetramethrin

$$\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} \rangle C=CH-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{\triangledown}}-CO_2CH_2N \text{(cyclohex-1-ene-1,2-dicarboximide)}$$

Tetramethrin

3- cyclohex-1-ene-1,2-dicarboximidomethyl (1RS,3RS;1RS,3SR)-2,2-dimethyl-3-(2-methylprop-1-enyl)cyclopropanecarboxylate

وهو مبيد حشري غير جهازي حيث يعمل كسم بالملامسة فيحدث تأثير صاعق سريع للذباب والباعوض. وعادة يستخدم التترامثرين خلطاً مع البيرونيل بيوتوكسيد أو الريزمثرين لمكافحة الذباب المنزلي، البعوض، الدبابير والحشرات التي لها علاقة بالصحة العامة. ويجهز المركب في صورة مركزات قابلة للاستحلاب أو إيروسولات ويسوق تجارياً تحت اسم Duracide، Chinethrin، Neo-Pynamin و Pesguard NB. ويعتبر المركب منخفض السمية جداً للثدييات حيث تبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم أكبر من ٥٠٠٠ مجم/

كجم وهو من غير المحتمل أن يسبب ضرر حاد (IV) للإنسان وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية. ويمتاز المركب بإنه يتحلل بسرعة داخل أنسجة الثدييات وليس له ميل للتراكم داخل الثدييات ويتم إخراجه بسرعة.

٣- بيرمثرين Permethrin

Permethrin
(1RS,3RS;1RS,3SR)-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

يتكون البيرمثرين من خليط من المشابهات من Trans و Cis بنسبة ٦٠٪ : ٤٠٪ وهو مبيد حشري غير جهازي له فعالية كسم بالملامسة ومعدي وله تأثير ضعيف كمادة طاردة. ويستخدم البيرمثرين ضد عديد من الحشرات وخاصة حرشفية وغمدية الأجنحة التي تهاجم الأوراق والثمار وخاصة القطن، الكروم، والخضروات. ويتميز البيرمثرين بكفاءته العالية ضد المتطفلات الخارجية والذباب اللاسع التي تهاجم الحيوانات المزرعية، كما يوجد منه بعض التجهيزات التي تستخدم في مكافحة النمل الأبيض. ويتم تطبيق المبيد عند بداية ظهور الحشرات أو بداية ظهور آثار تغذية الحشرات على المحاصيل بواسطة آلات الرش الأرضية و الطائرات. ويسوق المركب تجارياً في صورة مركزات قابلة للاستحلاب، مساحيق قابلة للبلل ورش بالحجم المتناهي في الصغر وتحت اسم Dragnet، Dragon، Ambush و Assithrin.

وتعتمد قيمة LD_{50} للبيرمثرين على المادة الحاملة، والنسبة بين المشابهات (Cis/Trans)، نوع الكائن المختبر، الجنس، العمر و درجة تجويع الحيوان، وتتراوح قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب بين ٤٣٠-٤٠٠٠ مجم/ كجم ولذا يعتبر متوسط الضرر (II) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية. ويعتبر المركب سام لطوائف نحل العسل. وتصل قيمة DT_{50} في التربة إلى أقل من ٣٨ يوماً.

(٢ ,٣ ,٩ ,٣) المركبات التي تحتوي على مجموعة ألفا – سيانو α-cyano group

١ – سيبرمثرين Cypermethrin

Cypermethrin
(RS)-α-cyano-3-phenoxybenzyl (1RS,3RS;1RS,3SR)-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

يتبع السيبرمثرين المركبات التي تحتوي على مجموعة الفاسيانو α-cyano وهو له استخدامات عديدة لمكافحة الحشرات من رتب عديدة حيث يؤثر كسم معدي وسم بالملامسة، كما أن له تأثير مانع للتغذية ويمتد تأثيره لمدة معقولة على النباتات المرشوشة. ويستخدم لمكافحة الحشرات حرشفية، غمدية و ثنائية الأجنحة والتي تهاجم الفواكه، الكروم، الخضروات، الحبوب، القطن، البنجر وأشجار الغابات. كما أن له تأثير فعال ضد المن وغيره من الحشرات الثاقبة الماصة. كما يدخل في بعض التجهيزات التي تستخدم منزلياً لمكافحة الذباب، البعوض والصراصير وكذلك في برامج الصحة العامة و ضد الآفات البيطرية في حظائر الحيوانات. ويسوق السيبرمثرين في صورة رش بالحجم المتناهي في الصغر، مركزات قابلة للاستحلاب ومساحيق قابلة للبلل وتحت اسم Cypersan، Cymbush، Ripcord، Aroriv، Folcord، Barricade، Drago و Lacer. وتتراوح قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب بين ٢٥٠–٤١٥٠ مجم/ كجم وهو يعتبر متوسط الضرر (II) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية. والمركب سام لطوائف نحل العسل تحت الظروف المعملية ولكنه غير سام إذا ما استخدم بالمعدلات الموصى بها. وتبلغ قيمة DT_{50} للمركب في التربة الرملية اللومية حوالي ٦٠ يوماً، بينما تبلغ هذه القيمة ٦ أيام فقط في مياه النهر.

٢- دلتامثرين Deltamethrin

Deltamethrin

(S)-α-cyano-3-phenoxybenzyl (1R,3R)-3-(2,2-dibromovinyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

يتبع الدلتامثرين المركبات التي تحتوي على مجموعة الفاسيانو α-cyano وهو مثل كل البيروثريدات التي تعيق مضخات دفع الصوديوم من العمل وبالتالي لا تنتقل الإشارات العصبية. يعتبر المركب سم بالملامسة ومعدي حيث إنه قوي الفعالية ضد عديد من الحشرات التي تتبع رتبة حرشفية، غمدية ومتشابهة الأجنحة حيث يستخدم على القطن، المحاصيل الحقلية، الموالح، العنب و الخضروات. ويوصى باستخدام هذا المبيد لمكافحة الأكاروس والجراد الحشرات الطائرة والزاحفة وحشرات الحبوب المخزونة. كما يستخدم الدلتامثرين في مكافحة الحشرات البيطرية في مزارع الإنتاج الحيواني. ويمتاز المركب بإنه أكثر فعالية من البيرثرين بحوالي ١٠٠٠ مرة ضد الذباب المنزلي والبعوض وهو ثابت بدرجة تفوق عدة مرات مركبات مثل السيبرمثرين. كما يدخل في عدد من المستحضرات التجارية الكوثرين K-othrine والذي يستخدم لأغراض الصحة العامة وأيضا مكافحة حشرات الحبوب المخزونة. ويسوق المركب تجارياً على هيئة مساحيق قابلة للتعلق، مركزات قابلة للاستحلاب، محببات قابلة للاستحلاب، مستحلبات زيت في ماء، محببات، مركزات للتضبيب، مركزات معلقة، مركزات ذائبة، أقراص، رش بالحجم المتناهي في الصغر، محببات قابلة للتعلق و مساحيق قابلة للبلل وتحت اسماء عديدة منها Delta، Butox، K-Othrine، Decamethrin، Decis و Kordon.

وتتراوح قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب بين ١٣٥ إلى أقل من ٥٠٠٠ مجم/كجم وهو يعتبر متوسط الضرر (II) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية. ويجب الحذر أثناء رش المركب بالقرب من المناحل حيث إنه سام لطوائف نحل العسل. ويتحطم المركب في التربة خلال ١-٢ أسبوع وتصل قيمة DT_{50} في التربة إلى أقل من ٢٣ يوماً.

٣- فينفاليرات Fenvalerate

Fenvalerate

(RS)-α-cyano-3-phenoxybenzyl (RS)-2-(4-chlorophenyl)-3-methylbutyrate

وهو مبيد حشري وأكاروسي يعمل كسم بالملامسة ومعديا وهو فعال ضد عدد واسع من الحشرات المختلفة بما فيها تلك الحشرات المقاومة للهيدروكربونات المكلورة والمبيدات الفسفورية والكاربامات. و الفينفاليرات له كفاءة إبادية عالية على الحشرات القارضة، الثاقبة والماصة التي تهاجم أوراق وثمار الفاكهة، الكروم، الزيتون، الخضروات، القطن، البطاطس، البنجر، فول الصويا وقصب السكر. كما يستخدم في مجالات الصحة العامة في مكافحة الحشرات الطائرة مثل الذباب المنزلي والبعوض والحشرات الزاحفة مثل الصراصير، وكذلك مكافحة الآفات البيطرية مثل القراد و الآفات التي لها علاقة في برامج الصحة العامة. ويسوق الفينفاليرات تجارياً في صورة مركزات قابلة للاستحلاب، رش بالحجم المتناهي في الصغر، مساحيق تعفير، محببات ومساحيق قابلة للبلل و تحت اسم Sanvalerate، Fenny، Arfen، Sumicidin و Sanvalerate. هذا ويمكن خلط الفينفاليرات في خزان موتور الرش مع بعض المبيدات الحشرية و الحشائش.

وسمية المركب منخفضة للثدييات حيث تتراوح قيمة LD_{50} حوالي ٤٥١ مجم / كجم وهو مصنف على إنه متوسط الضرر (II) وفقا لتصنيف منظمة الصحة العالمية. والمركب سام لطوائف نحل العسل. وتبلغ قيمة DT_{50} في التربة حوالي٧٥-٨٠ يوماً.

الفصل الرابع

المبيدات الفطرية

Fungicides

- طرق قياس التأثير السام للمبيدات على الفطريات
- تقسيم المبيدات الفطرية على حسب التركيب الكيميائي

تُعد الفطريات من أهم المسببات المرضية للمحاصيل الزراعية على الإطلاق وأكثرها شيوعا حيث يعرف أكثر من ٨٠٠٠ نوع تسبب أمراضا خطيرة مثل أمراض الذبول والعفن الطري في المحاصيل الحقلية واللفحة المتأخرة وأمراض البياض الدقيقي والزغبي فى الخضروات وأمراض الأصداء والتفحم فى محاصيل الحبوب والفاكهه والخضار و كذلك المنتجات المخزونة فينشأ عن هذه الأمراض نقص الإنتاج الزراعي مع تدهور لصفات الجودة. تفرز الفطريات بعض السموم الفطرية Mycotoxins مثل الأفلاتوكسينات والزيرالينون وسموم أخرى سميتها تفوق مئات المرات سمية المبيدات مما يؤدي إلى حدوث تسمم غذائي للأفراد المستهلكين للأغذية الملوثة بالفطريات وكذلك الحيوانات المزرعية.

تُعد الفطريات من الكائنات الدقيقة حقيقيات النووى Eukaryotic عديدة الخلايا وتتكون أجسامها من خيوط دقيقة Mycelium ولكن البعض منها وحيدة الخلية ولاتكون خيوط مثل فطر الخميرة Yeast. وتتكاثر الفطريات جنسيا ولا جنسيا حيث لها القدرة على تكوين جراثيم تساهم فى انتشار الفطريات من مكان إلى آخر. والفطريات غير ذاتية التغذية حيث لاتحتوي خلاياها على كلورفيل أو بلاستيدات خضراء. وتعيش

أنواع من الفطريات مترممة على المواد العضوية الميتة بينما أنواع أخرى تتطفل على الإنسان والحيوان والنبات مسببة أمراض خطيرة وخسائر أقتصادية فادحة. وتتميز الفطريات بجدار الجسم شبه منفذ مدعم بالكيوتين ويتنفس ويحصل على غذائه إلى جانب التخلص من النواتج الإخراجية خلال جدار الجسم كما إنه يفرز الأنزيمات المحللة للبروتين Proteolytic enzymes لتهيئة الغذاء أحيانا. كذلك تستخدم بعض الأنواع فى الصناعات الغذائية وإنتاج الأجسام المضادة الهامة مثل البنسلين Penicillin.

(١ , ٤) طرق قياس التأثير السام للمبيدات على الفطريات

(١ , ١ , ٤) إيقاف نشاط الفطر Fungistatic Toxicity

عندما تحدث بعض المركبات تأثيرا ساما مؤقتا للفطريات يمكن إزالته بزوال المؤثر فإن هذا التأثير يسمى Fungistatic toxicity ويمكن إزالة هذا التأثير السام بواسطة الغسيل بالماء حيث يستعيد الفطر نشاطه. ومن أمثلة المركبات الموقفة لنشاط الفطريات مركبات الفينانثراسين Phenanthracene والتي تسمح بنمو فطر *Aspergillus nigra* ولكن تمنعـــه من تكوين الجراثيم.

(٢ , ١ , ٤) إبادة أو قتل الفطر Fungicidal Toxicity

وفى هذه الحالة لا يمكن إزالة التأثير السام بإزالة المؤثر (المبيد) حيث يسبب المبيد الفطري موت الفطر عن طريق وقف النمو أو منع التكاثر أو التأثير على أي نظام كيموحيوي ذات أهمية حيوية للفطر. ويقاس التأثير الإبادى للمبيد الفطري برسم العلاقة بين مقدار التأثير أو الاستجابة (Response) الذي يحدثه المبيد مع التركيز المستعمل من المركب ومنه يمكن حساب التركيز المثبط لحوالي ٥٠٪ من نشاط الفطر.

وتقسم المبيدات الفطرية بعدة طرق وفقاً لتركيبها الكيميائي إلى مركبات غير عضوية وأخرى عضوية أو وفقاً لتأثيرها السام إلى مركبات موقفة لنمو الفطر وإنبات جراثيمه أو قاتلة للفطر وفى طريقة ثالثة قد تقسم إلى مبيدات غير جهازية وأخرى جهازية.

وسوف نتناول تقسيم المبيدات الفطرية وفقاً للتركيب الكيميائي.

(٢ , ٤) تقسيم المبيدات الفطرية على حسب التركيب الكيميائي

(١ , ٢ , ٤) المبيدات الفطرية غير العضوية وتشمل :

١- مركبات النحاس

٢- الكبريت ومركباته المختلفة

٣- مركبات الزئبق

(٢ , ٢ , ٤) المبيدات الفطرية العضوية وتشمل :

١- مركبات الزئبق العضوية

٢- مجموعة الألدهيدات والكيتونات

٣- مركبات الكبريت العضوية ومنها:

أ) مشتقات ثاني ثيوكاربامات والثيرام

ب) مشتقات الإيثلين لثنائي ثاني ثيوكاربامات

جـ) مركب الكابتان ومجموعته

د) مركبات الكبريت ثنائية الفينايل

هـ) الثيوسيانات العضوية

و) السلفون إيميد

٤- مركبات النيتروجين الحلقية غير المتجانسة

٥- المبخرات أو المدخنات Fumigants

٦- المضادات الحيوية Antibiotics

٧- المبيدات الجهازية الفطرية Systemic Fungicides

(١ , ٢ , ٤) المبيدات الفطرية غير العضوية

(١ , ١ , ٢ , ٤) مركبات النحاس وتشمل :

أولاً : مخلوط بوردو Bordeaux mixture

يحضر مخلوط بوردو بخلط عجينة جير في ماء مع محلول كبريتات النحاس ويتم عادة الخلط في موتور الرش، أما في الولايات المتحدة فتم تحضير هذا المخلوط

بخلط ٤ أرطال كبريتات نحاس + ٤ أرطال هيدروكسيد كالسيوم + ٥٠ جالون ماء. وقد ظهر هذا المخلوط عام ١٨٨٥م بواسطة العالم Millardet في فرنسا واستخدم لأول مرة في فرنسا رشاً على العنب لمكافحة البياض الزغبي. ويحدث المركب تأثيره السام عن طريق امتصاص أيونات النحاس (Cu^{2+}) بواسطة الجراثيم الفطرية أثناء إنباتها فيتراكم النحاس إلى التركيز الحرج Critical concentration الذي يؤدي إلى قتل الجراثيم. ويستخدم المخلوط رشاً على المجموع الخضري حيث أن له تأثير وقائي لوجود متبقيات هذه المخلوط على المحاصيل المرشوشة قبل إنبات الجراثيم. و المخلوط له مفعول الطويل الأمد، إلا أن يعيبه أن متبقياته تتأثر بالأمطار نتيجة زوال الجير والكبريتات تاركا راسبا غنيا بالنحاس القابل للذوبان الذي له تأثير ضار بالنباتات حيث تزداد شدة الضرر بزيادة تركيز أيونات النحاس. والجدير بالذكر أنه يفضل عدم خلط مخلوط بوردو بالمبيدات الحشرية وذلك لاحتوائه على هيدروكسيد كالسيوم الذي له صفه القاعدية وهى البيئة الملاءمة لتحلل معظم المبيدات الحشرية ولكن يمكن استعماله في صوره مستحلبات مع عدد من الزيوت. ويستخدم المخلوط لمكافحة اللفحة المتأخرة في البطاطس، الجرب في التفاح، أمراض التبقع في الموز والبياض الزغبي في العنب. والمخلوط له تأثير طارد ضد عديد من الحشرات وبيضها. وللمخلوط أسماء تجارية عديدة منها Bordeaux M، Z-Bordeaux، Poltiglia، Bordocop و Bordeaux Plus. ويعتبر المركب منخفض السمية جداً حيث تبلغ قيمة LD_{50} أكبر من ٤٠٠٠ مجم/ كجم وغير المحتمل أن يسبب ضرر حاد للإنسان (IV) وفقا لتصنيف منظمة الصحة العالمية.

ثانياً : مخلوط برجندى Burgundy mixture

ظهر مخلوط برجندى بعد وقت قصير من ظهور مخلوط بوردو أي في عام ١٨٨٧م بواسطة العالم Masson حيث تحل فيه صودا الغسيل محل هيدروكسيد الكالسيوم في تفاعلها مع كبريتات النحاس. ومخلوط برجندى يحضر بخلط ١٠ أرطال كبريتات نحاس محتوية على ٥ جزيئات ماء + ١٠ أرطال كربونات صوديوم وتكمل بالماء إلى ١٠٠ جالون واستخدم هذا المخلوط على الخضروات وخاصة

نباتات البطاطس وكذلك الشاي المصابة. ومن الأسماء التجارية لمخلوط برجندى Burcop و Comac. الجدير بالذكر إنه لا يستخدم الآن كل من مخلوط بوردو ومخلوط برجندي.

ثالثاً : أكاسيد النحاس

استخدم أكسيد النحاسيك CuO ضد مرض اللفحة المتأخرة في البطاطس ولكن يعيبه أن درجة ثباته في الالتصاق على الأسطح المعاملة قليلة إلا إنه يستخدم حاليا لعلاج نقص التربة بمعدن النحاس.

أما أكسيد النحاسوز Cu_2O فيحتوي على عنصر النحاس الفعال بنسبة ٨٦٪ ويعتبر مبيد فطري وقائي لمكافحة أمراض الخناق والذبول حيث تخلط البذور والشتلات بمسحوقه قبل الزراعة وهو له قدرة عالية للالتصاق فوق سطوح البذ ور الناعمة. كما يستخدم رشا ضد أمراض اللفحة، البياض الزغبي والتفحمات على عديد من المحاصيل الحقلية وأشجار الفاكهة بشرط وجود متبقيات من هذا المركب قبل إنبات الجراثيم. ويجهز أكسيد النحاسوز تجاريا في صورة محببات قابلة للتعلق في الماء و مساحيق قابلة للبلل وتحت اسم Copper Copper-Sandoz، Nordox و Cuprox وتبلغ قيمة LD_{50} لذكور الفئران عن طريق الفم حوالي ١٥٠٠ مجم/ كجم وهو مصنف على إنه متوسط الضرر (II) تبعا لتصنيف منظمة الصحة العالمية.

رابعاً : كبريتات النحاس $CuSO_4$

تُعد كبريتات النحاس من أوائل المبيدات التي استخدمت كمبيدات فطرية حيث تحتوي على نسبة من أيون النحاس الفعال والقابلة للذوبان في الماء قدرها ٢٥,٢٪. و تستعمل كبريتات النحاس ضد الطحالب وكمبيد فطري وقائي بشرط توافر المتبقيات على المحاصيل المرشوشة قبل إنبات الجراثيم. وتستعمل كبريتات النحاس في مكافحة الطحالب في البرك، المستنقعات، البحيرات، في محطات تنقية مياه الشرب، مزارع الأسماك ومشاتل الأرز. كما تستخدم كبريتات النحاس

كمحاليل غمر للبذور لمعاملة بذور القمح ضد مرض التفحم المغطى والتفحم النتن. وتسوق كبريتات النحاس تجارياً تحت اسم Blue Viking، Mastercop، Super Bouillie و Triangle Brand.

ويحدث المركب تأثيره السام عن طريق امتصاص أيون النحاس (Cu^{2+}) بواسطة الجراثيم الفطرية أثناء إنباتها حتى يتراكم النحاس إلى التركيز الحرج الذي يؤدي إلى قتل الخلايا الجرثومية ولكنه ذو تأثير محدود لمنع إنبات الجراثيم. و تتناسب سمية هذه المركبات مع كمية النحاس القابلة للذوبان في الماء. كما وجد أن دخول أيون النحاس في مشتق عضوي يزيد من تأثيره السام كنتيجة لزيادة القابلية للذوبان في الدهون مما يساعد النحاس على الوصول لمركز التأثير السام وتداخله مع الأنظمة الحيوية ولكن ميكانيكية التأثير السام لم تعرف للآن. ومن الصعب تحديد قيمة LD_{50} لكبريتات النحاس عن طريق الفم وذلك لأن الجرعة عن طريق الفم تحدث غثيان، إلا أن قيمة LD_{50} قد ذكرت ببعض المراجع بإنها حوالي ٤٧٠ مجم/ كجم. وتعتبر كبريتات النحاس سامة لطوائف نحل العسل. وتجهز كبريتات النحاس في صورة مركزات معلقة، مساحيق قابلة للبلل وعلى هيئة بلورات وتحت اسم Blue Stone، Blue Copperas، Blue Vitrol، Copper-Z، و Triangle.

خامساً: أوكسي كلورو النحاس

الرمز التقريبي لهذا المركب هو $3Cu(OH).CuCl_2$ ويحتوي على نسبة من النحاس تتراوح بين ٥٦-٥٨٪. ويستخدم أوكسي كلورو النحاس لمكافحة البياض الزغبي، اللفحة والتبقع على الخضروات، البطاطس، البنجر، الكروم، أشجار الزيتون و الحوليات. ويجهز الأوكسي كلورو النحاس تجاريا في صورة مساحيق قابلة للتدفق أو مساحيق قابلة للبلل وتحت اسم Cop Tox، Coprantol، Cobex و Coxysan. وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لذكور الفئران حوالي ٧٠٠-٨٠٠ مجم/ كجم وهو يعتبر قليل الضرر (III) تبعا لتصنيف منظمة الصحة العالمية وغير سام لطوائف نحل العسل.

(٢ , ١ , ٢ , ٤) الكبريت ومركباته غير العضوية Sulfur

الكبريت عبارة عن مسحوق لونه أصفر له أشكال عديدة ويعمل كمبيد فطري وقائي ضد الفطريات عن طريق الملامسة وأيضاً له تأثير على الأكاروس عن طريق تثبيط التنفس. ويستخدم الكبريت للوقاية من أمراض البياض الدقيقي في الفاكهة، العنب، البنجر، الحبوب، الموالح والخضروات، والجرب في التفاح، والعفن البني في الخوخ والبياض الزغبي في نباتات الزينة وكذلك الحلم في كثير من المحاصيل وأشجار النخيل. وهو يستخدم تعفيراً باستخدام الكبريت الميكرونى أو رشاً باستخدام الكبريت الغروي المعلق أو بالتبخير عن طريق استخدام كبريت الزهر والذي يتسامى ثم تتكثف حبيباته لتترسب على النباتات داخل البيوت المحمية للوقاية من أمراض البياض الدقيقي. ويجهز الكبريت في صورة مستحضرات تجارية عديدة مثل مساحيق قابلة للتعلق، محببات دقيقة الحجم، مركزات معلقة، محببات قابلة للتعلق في الماء ومساحيق قابلة للبلل وتحت اسم Sulfex، Kumulus DF، Cosan و Kumulan. وغالبا يضاف للكبريت المستخدم في عمليات التعفير حوالي ١-٥٪ من معدن الطين أو بودرة التلك أو الجبس أو فوسفات الكالسيوم حتى يسهل من معدل تدفق الكبريت. والجدير بالذكر أن هناك بعض النباتات ذات حساسية عالية للكبريت وثاني أكسيد الكبريت الذي قد ينطلق خلال هذه العملية ولذلك فإنه لا ينصح باستخدام الكبريت على هذه النباتات. ويعتبر الكبريت منخفض السمية جداً للثدييات حيث تبلغ قيمة LD_{50} أكبر من ٥٠٠٠ مجم/ كجم و قليل الضرر (III) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية. ويمتاز الكبريت بإنه غير سام للأسماك و طوائف نحل العسل و يتحطم داخل وخارج النبات بفعل عمليات الاختزال الميكروبي.

التأثير السام للكبريت

قد ترجع سمية الكبريت للفطريات لتكوين كبريتيد الهيدروجين أو تكوين ثاني أكسيد الكبريت وحامض الكبريتوز مع الماء أو قد ترجع إلى دخول عنصر الكبريت لخلايا الفطر عن طريق ضغطه البخاري بنفس السهولة التي يدخل بها الأكسجين ونتيجة للتشابه

الإلكتروني لكلا العنصرين وتقارب حجم الذرتين فإن الكبريت يتنافس مع الأكسجين في مواضع استقباله على أنزيمات الأكسدة الحيوية التي تتم داخل النظام البيولوجى. و من أهم عيوب الكبريت إنه يحدث آثار حرق على النباتات المعاملة به في المناطق الحارة وخلال فصل الصيف بالاضافة إلى سقوط البراعم الزهرية إذا ما استخدم في موسم التزهير كما يؤدي إلى تساقط الثمار على الرغم من أن له تأثير ناجح كمبيد فطري.

(٣, ١, ٢, ٤) مركبات الزئبق غير العضوية Inorganic mercury

تُعد المعادن الثقيلة عالية السمية وخاصة للكائنات الحية الدقيقة وهناك العديد من العناصر والتي استخدمت كمبيدات فطرية بخلاف النحاس مثل الزنك والكروم والنيكل والتي تستخدم في صورة غير عضوية كما يستخدم الزئبق في صورة عضوية وغير عضوية.

أولاً : كلوريد الزئبقيك ($HgCl_2$)

استخدم كلوريد الزئبقيك كمبيد فطري بنجاح عام ١٨٩٠م بواسطة العالم Bolley لمعاملة بذور القمح لمقاومة الفطر المسبب لمرض الذبول وكذلك في معاملة تقاوي البطاطس ضد مرض الجرب. وقد استخدم في كندا خلطاً مع كلوريد الزئبقوز كمبيد فطري لمعاملة المساحات الخضراء. ويعتبر كلوريد الزئبقيك شديد السمية جداً حيث تبلغ قيمة LD_{50} حوالي ١-٥ مجم/ كجم على فئران التجارب عن طريق الفم وهو شديد الضرر جداً للإنسان (Ia) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية ولا يستخدم حاليا إلا تحت الظروف المعملية للتجريب ولذا فقد تم إحلاله بمركب كلوريد الزئبقوز.

ومن أسماء كلوريد الزئبقيك التجارية Calocure، Fungchex و Calo-Clor

ثانياً : كلوريد الزئبقوز (Hg_2Cl_2)

استخدم كلوريد الزئبقوز كمبيد فطري لأول مرة بواسطة العالم Glasgow عام ١٩٢٩م كمبيد حشري وأيضاً كمبيد فطري ضد مرض التبقع والعفن الفيوزرايورمي في المساحات الخضراء والعفن الجاف والجرب والإصفرار الفيوزاريومي في نباتات الجلاديولس. كما استخدم كمبيد حشري ليرقة ذبابة جذور نباتات الكرنب Cabbage-root-fly وهو يتميز عن كلوريد الزئبقيك بانخفاض سميته للثدييات حيث تبلغ قيمة LD_{50} حوالي ٢١٠ مجم/ كجم

على فئران التجارب عن طريق الفم وهو متوسط الضرر للإنسان (II) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية، إلا إنه سام للأسماك. و يجهز كلوريد الزئبقوز تجاريا في صورة مساحيق قابلة للتعلق و مادة نقية وتحت اسم Calomel و Fungchex.

(٢ , ٢ , ٤) المبيدات الفطرية العضوية

(١ , ٢ , ٢ , ٤) مركبات الزئبق العضوية Organomercuric compounds

يعتبر الزئبق من أكثر المعادن سهولة من حيث تكوين مركبات عضوية ثابتة والتي يكون فيها مرتبط مع ذرة الكربون حيث يكون مركبات يكون لها تأثير سام على الفطريات. وتمتاز مركبات الزئبق بالتطاير العالي مما يسمح بالتوزيع المتجانس عند خلطها بالبذور أثناء التخزين، كما إنه يسهل من تغلغل وحركة هذه المركبات في الفراغات الهوائية الموجودة في التربة ولكن القدرة على التطاير تضر المشتغلين في تطبيق هذه المبيدات.

١- كبريتات الزئبقيك والكلوروفينول

$$Cl-C_6H_4-Hg-O-S(=O)_2-Na$$

Germisan

واسمه التجاري Uspulun وتم ظهوره تجاريا في عام ١٩١٥م في ألمانيا وتبلغ نسبة الزئبق فيه حوالي ١٨,٨٪ وقد ظهرت منه صور تجارية مماثلة في أمريكا عام ١٩٢٤م من إنتاج شركة Dupont باسم Semesan وهو يستخدم ضد حشرة Rice blast.

٢- الجرميسان Germisan

$$HO-C_6H_3(CH_3)-Hg-CN$$

Germisan

بدأ استخدام الجرميسان كمبيد فطري عام ١٩٢٠م وتركيبه الكيماوي
Cresylmercuric cyanide

٣- الأجراسون Agrosan

$$CH_3-C_6H_4-Hg-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$$

Agrosan

أنتج هذا المركب بواسطة شركة ICI والمادة الفعالة فيه Tolylmercuric acetate وهو يستخدم كمبيد فطرى وتعامل به البذور خاصة صغيرة الحجم مثل الشعير.

٤- خلات زئبقيك الفينايل Phenylmercury acetate. (PMA)

$$C_6H_5-Hg-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$$

Phenylmercury acetate

هذا المركب يتبع مجموعة مركبات التي تعرف باسم سرسيان Ceresan وهو يستخدم كمبيد فطرى خلطا مع البذور كما أن له نشاط ضد الحشائش. وهو يستخدم أساساً لمكافحة الأمراض الفطرية التي تهاجم بذور الحبوب وأمراض التصمغ في الشوفان والعفن الفيوزاريومي في نباتات الزينة. ونظراً لسميته الشديدة للإنسان فلم يعد يستخدم حيث يحتوي المركب على ٥, ١٪ من معدن الزئبق، كما تبلغ قيمة LD_{50} حوالي ٢٤ مجم/ كجم على فئران التجارب عن طريق الفم وهو شديد الضرر جداً للإنسان (Ia) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية.

ويتبع نفس المجموعة أيضا مركب Ethylmercuric chloride (C_2H_5-Hg-Cl)الذي يعرف أيضاً بإسم السرسيان Ceresan والذي له ضغط بخاري عالي وسمية مرتفعة للإنسان والحيوان ولذا تم إيقاف استخدامه. ومن المركبات التي تبع مجموعةالسرسيان مركبات PMA، Methoxyethylmercury silicate (MEMS) و Methoxyethylmercury acetate (MEMA) ما زالت تستخدم بدرجة محدودة جداً في مكافحة الفطريات ككاسيات للبذور أو في مكافحة الفطريات على النجيل في المساحات الخضراء، كما يستخدم MEMA لمعاملة بذور القطن والحبوب الصغيرة.

٥- زئبقي ميثايل ثاني سيانو ثنائي الأميد Methylmercury dicyandiamide

$$CH_3-Hg-N(H)-C(=NH)-N(H)-C\equiv N$$

1-cyano-3-(methylmercurio)guanidine

وقد اكتشف هذا المركب في السويد عام ١٩٣٨م وتم تصنيعه بالولايات المتحدة بواسطة شركة Panogen ويعرف تجاريا باسم Panogen وقد استخدم لمعاملة بذور القطن والكتان والتربة في زراعات بنجر السكر.

٦- يوريا زئبقيك الفينايل Phenylmercury Urea

$$C_6H_5-Hg-N(H)-C(=O)-NH_2$$

Phenylmercury Urea

ويعرف المركب تجاريا باسم Agrox ويستخدم لمعاملة بذور القطن والذرة والقمح والأرز.

وعموما يؤثر الزئبق على مجموعة الثيول (-SH) الموجودة في مجموعة من أنزيمات الخلية الفطرية. ومن المعروف أن مبيدات الزئبق العضوية التي تستخدم كمبيدات فطرية أكثر سمية من المركبات غير العضوية حيث يسهل انتشارها خلال الأغشية البلازمية في جراثيم الفطريات إلى مراكز تأثيرها السام ونظرا لحدوث تسمم بالمبيدات الفطرية الزئبقية فقد أوقف استخدامها سواء منها المركبات العضوية أو غير العضوية.

(٢, ٢, ٢, ٤) مجموعة الألدهيدات والكيتونات

من أشهر الألدهيدات المستخدمة كمبيدات فطرية مركب الفورمالدهيد (HCHO) الذي استخدم لأول مرة كمادة مطهرة للبذور عام ١٨٩٦م بواسطة العالم Geuther. والمركب له تأثير كمبيد فطري وبكتيري حيث يقوم بتعقيم التربة المعاملة به، كما يستخدم في البيوت

المحمية بعد الحصاد وفي أماكن إنتاج عش الغراب وكمادة حافظة للعلف. ويجهز تجاريا في صورة مركزات للتضبيب ومركزات ذائبة ويطلق عليه تجارياً اسم فورمالين وهو محلول مائي يحتوي على ٣٧-٤١٪ من المادة النقية وهو سائل متطاير ذات رائحة لاذعة ويذوب في الماء بنسبة ٥٥٪ وله نفاذية عالية خلال التربة وبذلك يقل الفاقد منه نتيجة الامتصاص السطحي ولكن يعيبه إنه إذا ما استخدم كمطهر للتربة فإن التربة تحتاج لفترة تهوية طويلة للتخلص منه. ويرجع تأثيره السام على الفطريات إلى قدرته على تثبيط الأنزيم المحلل لمجموعة الكربوكسيل Carboxylase. وتبلغ قيمة LD_{50} حوالي ٥٥٠-٨٠٠ مجم/كجم على فئران التجارب عن طريق الفم.

(٣, ٢, ٢, ٤) مركبات الكبريت العضوية

أولاً : مركبات ثاني ثيوكاربامات والثيرام Dithiocarbamates and Thiram

تعتبر هذه المركبات مشتقات من حامض الكارباميك حيث تحل مجموعة أمين (NH_2) محل مجموعة هيدروكسيل (OH) في حامض الكربونيك وهي تشبه المبيدات الحشرية التي تتبع مجموعة الكاربامات ولكن ذرتي كبريت تحل محل ذرتي الأكسجين كالآتي :



Dithiocarbamic acid **Carbamic acid**

وعند أكسدة أحد أملاح ثاني ثيوكاربامات تحت ظروف معتدلة (Mild conditions) فيتكون مركب ثنائي الكبرتيد disulphides والذي يعرف باسم ثيرام ثنائي الكبرتيد Thiuram disulphides

$$2\ \begin{matrix} R' \\ R \end{matrix}\!>N\text{-}\overset{S}{\overset{\|}{C}}\text{-S-Na} + I_2 \longrightarrow \begin{matrix} R' \\ R \end{matrix}\!>N\text{-}\overset{S}{\overset{\|}{C}}\text{-S-S-}\overset{S}{\overset{\|}{C}}\text{-}N<\!\begin{matrix} R' \\ R \end{matrix} + 2Na$$

Thiuram disulphides

ومعظم مركبات ثاني كبريتيد الثيرام مركبات متبلورة وهى متعادلة في تفاعلاتها وتذوب في المذيبات العضوية ومنخفضة الذوبان في الماء.

١ – رابع ميثايل الثيرام ثنائي الكبريتيد Tetramethylthiuram disulphide

Thiram
Tetramethylthiuram disulfide

يُعد مركب رابع ميثايل الثيرام ثنائي الكبريتيد (TMTD) Tetramethylthiuram disulphide والمعروف باسم Thiram هو أول مركبات هذه المجموعة والذي استخدم كمبيد فطري لمعاملة البذور ضد فطريات التربة. هذا المركب تم التعرف على خواصه الإبادية كمبيد فطري لأول مرة بواسطة Tisdale & Flenner عام ١٩٤٢م وتم إنتاجه بواسطة شركة DePont التي لم تعد تنتجه الآن. ويعتبر المركب وقائي يرش على المجموع الخضري لمكافحة مرض عفن الثمار في العنب، الخس والخضروات ومرض الجرب في التفاح والتفاف الأوراق المتسبب عن فطر *Botrytis* spp. ومرض اللفحة المتسبب عن فطر *Monilia* spp وأمراض الذبول الفيوزاريومي في الذرة، القطن، الحبوب، البقوليات والخضروات.

ويجهز الثيرام تجارياً في صورة مساحيق قابلة للبل، مساحيق قابلة للتعلق، مركزات قابلة للتدفق لمعاملة البذور، مركزات معلقة، محببات قابلة للتعلق و سوائل لغمر البذور و تحت أسماء Arasan أو Terasan أو Fernasan أو Pomarsol أو Aatiram.

وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ٢٦٠٠ مجم/كجم وهو قليل الضرر على الإنسان (III) وفقا لتصنيف منظمة الصحة العالمية ولكن يجب الحذر عند ملامسته لجلد الإنسان حيث يسبب احمرار للجلد و وحساسية.

ولقد أمكن تحضير بعض المشتقات المعدنية لثاني ثيوكاربامات مثل الميتام-صوديوم، الفربام و الزيرام والتي لها الرمز العام :

H S
\ ||
N-C-S-Metal
/
R

وتمتاز المشتقات المعدنية لثاني ثيوكاربامات بالآتي :

١- ذوبان هذه المشتقات في الماء قليل جدا فيما عدا مشتق الصوديوم (مركب الفابام Vapam) والذي يذوب بنسبة كبيرة في الماء.

٢- رقم الحموضة للمحاليل المائية لهذه المشتقات تتراوح بين التعادل أو الحموضة الخفيفة (pH=4) فيما عدا المشتق الصوديومى فهو شديد القلوية (pH = 9.5-10.5).

ومن أمثلة هذه المشتقات المعدنية :

١ -الميتام Metam sodium

H S
\ ||
N-C-S-Na
/
H_3C

Metam sodium
Sodium N-methyl dithiocarbamate

يعتبر الميتام - صوديوم من معقمات التربة حيث يستخدم كمدخن للأغراض العامة قبل الزراعة لمكافحة الفطريات و النيماتودا، وكذلك بذور الحشائش وحشرات التربة حيث يتحول في التربة إلى ميثايل أيزوثيوسيانات Methyl isothiocyanate. ويجب الحذر عند استخدامه حث يسبب الميتام أضراراً للنباتات. ويسوق المركب تجارياً في صورة مركزات ذائبة تحت عدة أسماء منها Monam، Nemasol، Arapam، Vapam و Unifume.

وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ١٨٠٠مجم/كجم وهو متوسط الضرر على الإنسان (II) وفقا لتصنيف منظمة الصحة العالمية. ويتحلل المركب بسرعة في التربة إلى مركب ميثايل أيزوثيوسيانات حيث تتراوح قيمة DT_{50} من ٢٣ دقيقة إلى ٤ أيام.

٣- الفربام Ferbam

$$\begin{matrix}(CH_3)_2NCSS \searrow \\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad Fe - SCSN(CH_3)_2 \\ (CH_3)_2NCSS \nearrow\end{matrix}$$

Ferbam
Ferric dimethyldithiocarbamate

يُعد الفربام من الناحية التجارية من أهم المبيدات الفطرية التي تتبع المشتقات المعدنية وهو مبيد وقائي يرش على المجموع الخضري لمكافحة مرض الجرب في الفاكهة والتفاف الأوراق في الخوخ، العفن الأزرق في الدخان وكثير من الأمراض الفطرية على عديد من المحاصيل الزراعية. ومن الناحية الكيميائية فإن مبيد الفربام يعتبر ملح حديد لثاني ميثايل ثيوكاربامات وبالتالي فإن استخدامه للوقاية من الفطريات قد يشكل أيضا مصدر جيد للحديد كسماد. وهو مجهز في صورة مسحوق قابل للبلل ويسوق تجاريا باسم فرمات Fermate أو Ferbam Granuflo. و يمتاز الفربام بثباته وكذلك بقابليته للامتزاج بالكثير من مبيدات الآفات الأخرى ماعدا المركبات شديدة القلوية. وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب أكبر من ٤٠٠٠ مجم/كجم وهو قليل الضرر على الإنسان (III) وفقا لتصنيف منظمة الصحة العالمية. وتبلغ قيمة DT_{50} في التربة تحت الظروف الهوائية حوالي ٩ , ٤ يوماً.

٤- الزيرام Ziram

$$[(CH_3)_2NCS_2]_2Zn$$

Ziram
Zinc dimethyldithiocarbamate

يُعد الزيرام مبيد فطري وقائي يرش على المجموع الخضري حيث يكافح مرض الجرب في التفاح والكمثرى والتفاف الأوراق في الخوخ، أمراض الصدأ، العفن الأسود، الأنثراكوز حيث يحدث تأثيره السام على الفطريات عن طريق تثبيط الأنزيمات المحتوية على أيون النحاس ومجاميع السلفاهيدريل (-SH). وهو من أحسن المبيدات الفطرية استخداما لمكافحة أمراض الخضروات وله تأثير جيد لمكافحة اللفحة المبكرة في البطاطس والطماطم. كما أن له تأثيراً كمادة طاردة للطيور والفئران. والمركب يفيد التربة عند نقص عنصر الزنك بها. ويسوق الزيرام تجارياً في صورة عجائن، محببات قابلة للتعلق، مساحيق قابلة للبلل و سوائل للرش وتحت اسم Mezene، Fuclasin، Cuman و Ziram Granuflo.

وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ٢٠٦٨ مجم/ كجم وهو قليل الضرر على الإنسان (III) ولكنه يسبب التهابا في الأغشية المخاطية للحيوان إذا استعمل في صورة مسحوق ويجب تجنب وجود آثار باقية له على ما يؤكل من الخضروات والفاكهة. وتبلغ قيمة DT_{50} في التربة تحت الظروف الهوائية حوالي ٤٢ ساعة.

ثانياً : مشتقات الإيثلين لثنائي ثاني كاربامات Ethylene bisdithiocarbamates

تُعد مشتقات الإيثلين لثنائي ثاني كاربامات من أهم المبيدات الفطرية الواقية والتي ترش بها النباتات النامية ومن أمثلتها :

١ – النابام Nabam

$$\begin{array}{l} \quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad O \\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad \| \\ H_2C-NH-C-S-Na \\ \quad\ | \\ H_2C-NH-C-S-Na \\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad \| \\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad O \end{array}$$

Nabam
Disodium ethylenebis(dithiocarbamate)

يمكن تحضر النابام معمليا بتفاعل الإثيلين ثنائي الأمين مع ثاني كبريتيد الكربون في وجود هيدروكسيد الصوديوم كما هو موضح بالتفاعل التالي :

$$\begin{matrix} H_2C-NH_2 \\ | \\ H_2C-NH_2 \end{matrix} + CS_2 + NaOH \longrightarrow \begin{matrix} H_2C-NH-C(=S)-S-Na \\ | \\ H_2C-NH-C(=S)-S-Na \end{matrix}$$

الإثيلين ثنائي الأمين   ثاني كبريتيد الكربون   هيدروكسيد الصوديوم   نابام

اكتشف النابام عام ١٩٣٥م وعرفت خواصه الإبادية عام ١٩٤٣م بواسطة العالم Dimond ومساعدوه وتم إنتاجه بواسطة شركة DuPont هو يذوب في الماء بسهولة وتعيبه أن شدة ذوبانه في الماء تحد من قيمته كمبيد فطري لإنها تساعد على غسيله بسهولة من فوق سطح الأوراق المعاملة، كما يعيبه أيضا هو احداث ضرر للأوراق النباتية بالاضافة إلى عدم بقائه أو ثباته لمدة طويلة خصوصا تحت ظروف الرطوبة. والمبيد يعتبر وقائي حيث يحدث تأثيره السام عن طريق التفاعل غير المتخصص مع مجموعة الثيول كما يقوم بتثبيط التنفس. ويستخدم النابام في مكافحة أمراض البقعة السوداء في الورد والجرب في التفاح والذبول الطري في البسلة والقطن. كما يستخدم المركب لمكافحة الطحالب في حقول الأرز. ومن الأسماء التجارية للمركب Parzate.

وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب حوالي ٣٩٥مجم/ كجم ولذا فهو مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه متوسط الضرر (II). ويعيب المركب إنه يتحول إلى مركب الإيثلين ثيويوريا Ethylenethiourea (ETU) المشهود له بإحداث التأثيرات السرطانية وذلك عند طهي الخضروات.

٢- الزينب Zineb

$$\begin{matrix} H_2C-NH-C(=S)-S \\ | \\ H_2C-NH-C(=S)-S \end{matrix} \rangle Zn$$

Zineb

Zinc ethylene bis-dithiocarbamate

وهذا المركب يرش على النموات الخضرية أو الثمار لعدد كبير من المحاصيل الحقلية والخضر مثل الطماطم والبطاطس لمكافحة أمراض العفن، البياض الزغبي، الأصداء واللفحة وكذلك أمراض التبقع في الكراز، الزيتون والكرفس ومرض الأنثراكوز في الفول، العنب والموالح. ويحدث المركب تأثيره السام عن طريق التفاعل غير المتخصص مع مجموعة الثيول كما يقوم بتثبيط التنفس. ويجهز المركب في صورة مساحيق قابلة للبلل أو في صورة مسحوق تعفير ويسوق تجاريا تحت اسمVitex، Amitan، Dithane Z-78 وPeran. وقيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب أكبر من ٥٢٠٠ مجم/ كجم وهو مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). ويعيب المركب إنه يتحول إلى مركب الإيثلين ثيويوريا Ethylenethiourea (ETU) المشهود له بإحداث التأثيرات السرطانية وذلك عند طهي الخضروات.

٣- المانيب Maneb

$$
\begin{array}{l}
\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad S \\
\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad \| \\
H_2C-NH-C-S \diagdown \\
\quad | \quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad Mn \\
H_2C-NH-C-S \diagup \\
\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad \| \\
\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad S
\end{array}
$$

Maneb
Manganese ethylenebis(dithiocarbamate)

يعتبر المانيب مبيد وقائي يحدث تأثيره السام عن طريق التفاعل غير المتخصص مع مجموعة الثيول كما يقوم بتثبيط التنفس. وهو فعال لمكافحة العديد من الفطريات التي تسبب أمراضاً للمحاصيل الحقلية والفواكه والخضر ونباتات الزينة المسببة لأمراض اللفحة، تبقع الأوراق، البياض الزغبي، الجرب. وهو

متخصص لمكافحة اللفحة المبكرة والمتأخرة في الطماطم والبطاطس. ويستخدم المركب إما منفردا أو مخلوطاً مع غيره من المبيدات خاصة الجهازية لزيادة مجال فعاليتها وهو يجهز في صورة مسحوق قابل للبلل ويسوق تجاريا تحت اسم مانزت Manzate، دياثين م ٢٢ Diathane M-22. وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب إلى أكبر من ٥٠٠٠ مجم/كجم ولذا فهو مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). ويعيب المركب إنه يتحول إلى مركب الإيثلين ثيويوريا Ethylenethiourea (ETU) المشهود له بإحداث التأثيرات السرطانية و ذلك عند طهي الخضروات.

٤- المنكوزيب Mancozeb

$$[\text{-SCSNHCH}_2\text{CH}_2\text{NHCSSMn-}]_x\ (\text{Zn})_y$$

Mancozeb
Manganese ethylenebis(dithiocarbamate) (polymeric) complex with zinc salt

يتكون المنكوزيب من خليط من الزينب والمانيب حيث يحتوي على ٢,٥٥٪ من الزنك و ٢٠٪ من المنجنيز. وهو مبيد وقائي يحدث تأثيره السام عن طريق التفاعل غير المتخصص مع مجموعة الثيول كما يقوم بتثبيط التنفس. ويستخدم المركب لمكافحة عديد من الأمراض الفطرية مثل اللفحة، تبقع الأوراق، البياض الزغبي في عديد من المحاصيل الحقلية، أشجار الفاكهة، الخضروات والحوليات. ويسوق المركب تجارياً تحت اسم Dithane M-45، Manconex، Manzate، Aimcozeb وSancozeb. وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب لأقل من ٥٠٠٠ مجم/كجم وهو مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). ويعيب المركب إنه يتحول إلى مركب الإيثلين ثيويوريا Ethylenethiourea (ETU) داخل النباتات المرشوشة به وذلك عند طهي الخضروات وهذا المركب مشهود له بقدرته على تحفيز التأثيرات السرطانية في الإنسان.

ثالثاً : مركب الكابتان ومجموعته Captan

١ – الكابتان

Captan

N-(trichloromethylthio)cyclohex-4-ene-1,2-dicarboximide

يُعد الكابتان مبيدا وقائي وعلاجي يحدث تأثيره السام عن طريق التفاعل غير المتخصص مع مجموعة الثيول بالاضافة إلى تثبيط التنفس. ويعتقد أن سمية المركب قد ترجع إلى وجود مجموعة N-S-CCl3. وقد ثبت أن الكابتان يؤثر على الأنزيمات المحللة لمجموعة الكربوكسيل Carboxylases وقد يكون ذلك بمنافسته للأحماض الأمينية التي تحتوي على مجموعة (SH) مثل Cysteine وglutathione، كما إنه يؤثر على CoA.

والكابتان له خصائص جهازية يستخدم لمكافحة عديد من الأمراض الفطرية في العديد من الفواكه والخضروات ونباتات الزينة ويستخدم رشاً أو كمحلول غمر للجذور ومعاملة البذور وحماية النباتات الصغيرة والبادرات من العفن والذبول، وكذلك لمكافحة أمراض اللفحة المبكرة والمتأخرة، تبقع الأوراق، التفاف الأوراق، البياض الزغبي والأنثراكوز. ويباع تجاريا في صورة مساحيق قابلة للتعلق، مساحيق لمعاملة البذور، محببات قابلة للتعلق في الماء ومساحيق قابلة للتعلق وتحت اسم Captab، Rondo، Merpan، Lucaptan، Captaf، Orthocide و Captano. وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب إلى حوالي ٩٠٠٠ مجم/ كجم ولذا فهو مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). ويعيب الكابتان أن سميته مرتفعة عن طريق التنفس. وهو غير مسموح باستخدامه في بعض الدول للأضرار الصحية التي يمكن أن تنجم نتيجة التعرض إليه لفترة طويلة كما هو الحال مع العاملين برش المبيدات.

ولفعالية الكابتان تم تحضير عدة مركبات أهمها الفولبت والكابتافول.

٢- فولبت Folpet

Folpet
N-(trichloromethylthio)phthalimide

يتبع مبيد الفولبت مجموعة الفثاليد Phthalimide وهو وقائي يرش على المجموع الخضري يحدث تأثيره السام عن طريق التفاعل غير المتخصص مع مجموعة الثيول كما يقوم بتثبيط التنفس. ويستخدم الفولبت لمكافحة البياض الدقيقي، أمراض التبقع، الجرب، العفن الأسود والعفن الأبيض في الفاكهة ذات النواة الحجرية، الموالح، الكروم، الزيتون، البطاطس الخس، البصل، الكرفس، الطماطم والحوليات. ويباع الفولبت تجاريا في صورة مساحيق قابلة للتعلق، معلقات مركزة، محببات قابلة للتعلق ومساحيق قابلة للبلل و تحت اسم Folpan Foldan وFobeci. وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب أكبر من ٩٠٠٠ مجم/ كجم وهو مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). وتبلغ قيمة DT_{50} في التربة حوالي ٣ , ٤ يوم.

٣- الكابتافول Captafol

Captafol
N-(1,1,2,2-tetrachloroethylthio)cyclohex-4-ene-1,2-dicarboxímide

تم إنتاج هذا المبيد عام ١٩٦٢م بواسطة شركة شيفرون الأمريكية Cheveron. هذا المبيد غير جهازي له تأثير وقائي وعلاجي ضد الفطريات المسببة لأمراض الجرب في الفواكه، التفاف الأوراق في الخوخ، البياض الزغبي والعفن البني في العنب وتبقع الأمراض في القمح والشعير. ويشبه الكابتافول مركب الكابتان من حيث تأثيره السام وذلك عن طريق التفاعل غير المتخصص مع مجموعة الثيول وتثبيط التنفس. ويجهز المركب تجاريا في صورة مساحيق قابلة للتعلق، مساحيق لمعاملة البذور، مركزات معلقة ومساحيق قابلة للبلل وتحت اسم Difoltan و Foltaf. وتتراوح قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب من ٥٠٠٠-٦٢٠٠ مجم/ كجم وهو مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه شديد الضرر جداً (Ia).

رابعاً : مركبات الكبريت ثنائية الفينايل

وقد ظهر من هذه المجموعة مركب bis[2-hydroxy-5-chlorophenyl] sulfide

Cl Cl S OH OH

وكان هذا المركب ناجحا ضد أمراض التبقع وقد أثبت Horsfall وزملاؤه أن الكفاءة الإبادية للفطر لمثل هذه المركبات تقل كلما تأكسد الكبريت الذي يربط حلقتي الفينايل وهو عكس اتجاه السمية للمبيدات الحشرية المحتوية على الكبريت.

S	>S=O	>S(=O)=O
Sulfide	Sulfoxide	Sulfone

خامساً : مركبات الثيوسيانات

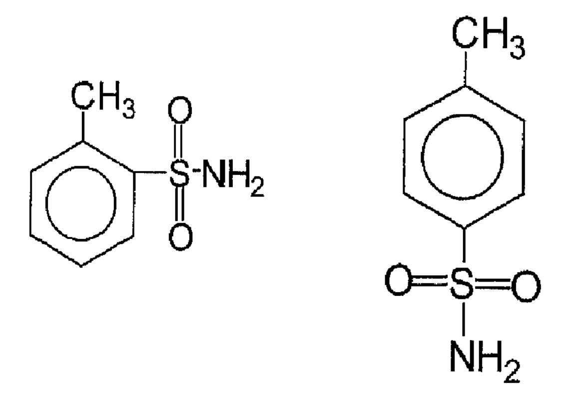
المشتقات الأروماتية للثيوسيانات ثبت لها نجاح نسبى كمبيدات فطرية ومن أهمها مركب ٢ , ٤ -ثاني نيتروفينول 2,4-dinitrophenyl thiocyanate.

O_2N — SCN

NO_2

سادساً : السلفون أميد Sulfonamide

وأهمها مركبي P-toluene sulfonamide وO-toluene sulfonamide وهي المركبات فعالة ضد جراثيم فطريات الصدأ كما إنها تعتبر مبيدات بكتيرية ناجحة.



O-toluene sulfonamide **P-toluene sulfonamide**

(٤ ,٢ ,٢ ,٤) المركبات الحلقية غير المتجانسة Heterocyclic Fungicides

تتميز كثير من المركبات الحلقية النيتروجينية تمتاز بدرجة من السمية المتأصلة فيها ولكنها لا تبدي الفعالية الإبادية للفطريات ما لم يحتو الجزيء على سلسلة هيدروكربونية ذات طول معين وقد أوضح العالم Horsfall أن هذه السلسلة الهيدروكربونية الجانبية هي المسئولة عن تهيئة خواص النفاذية خلال جدار الفطر الخلوي مما يجعله عاملا محددا لإظهار التأثير السام وهذه السلسلة يجب أن تكون $C_{17}H_{35}$ حتى يحدث المركب تأثيره السام تجاه الفطريات.

ويعتبر الجليودين Glyodin من أهم المركبات الحلقية غير المتجانسة وهو مبيد فطري وقائي يستخدم ضد أمراض الجرب، التبقع و العفن في التفاح و الكمثرى، تبقع الأوراق و العفن البني في الكراز والخوخ وكثير من الحوليات. كما أن مبيد الجليودين له أيضا تأثير

ضد الأكاروس ويستخدم كمادة إضافية أثناء تجهيز المبيدات، كمادة نشطة سطحيا ذات كفاءة عالية لاستخدامها مع منظمات النمو على أشجار الفاكهة. كما يمكن خلط هذا المركب مع الإستربتوميسين لمكافحة اللفحة النارية في أشجار الفاكهة. ويجهز الجليودين في صورة محلول يحتوي على نسبة من المادة الفعالة قدرها ٣٠٪ وتحت اسم Crag، Fruit Fungicide 341.

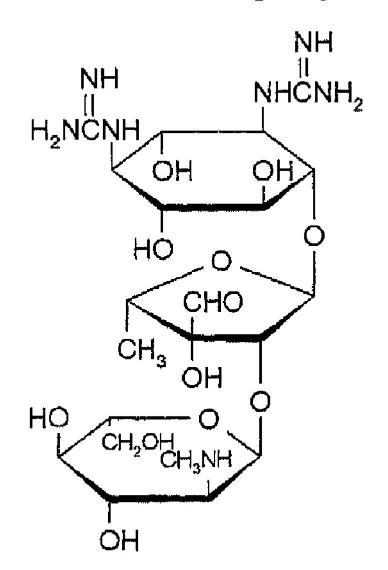
$C_{17}H_{35}$ — C — N / NH — H_2C — CH_2

Glyodin
2-heptadecyl-2-imidazoline acetate

(٥, ٢, ٢, ٤) المضادات الحيوية Antibiotics

تمثل المضادات الحيوية إحدى طرق المكافحة الحيوية وهى عبارة عن نواتج معزولة من بعض الكائنات الدقيقة والتي يمكنها وقف نمو أو قتل كائنات دقيقة أخرى بتركيزات صغيرة جدا. ومن أمثلة هذه المضادات الحيوية:

١ - ستربتوميسين Streptomycin



Streptomycin
1,1′-[1-L-(1,3,5/2,4,6)-4-[5-deoxy-2-O-(2-deoxy-2-methylamino-α-L-glucopyranosyl)-3-C-formyl-α-L-lyxofuranosyloxy]-2,5,6-trihydroxycyclohex-1,3-ylene]diguanidine

الستربتوميسين عبارة عن مضاد حيوي مضاد للبكتريا وله صفات جهازية ينتج أساساً عن طريق تخمر بكتريا *Streptomyces griseus* والذي يعزل في صورة كبريتات سيسكويت. وقد تم التعرف على خواصه الإبادية عام ١٩٤٤م بواسطة العالم Schatz وآخرون وأنتج بواسطة شركة سينجينتا السويسرية. ويقوم الستربتوميسين بتثبيط تخليق البروتين وذلك بالارتباط بما يسمى تحت وحدات الريبوسومات فيسبب خطأ في قراءة الشفرة الجينية. ويستخدم الستربتوميسين لمكافحة العفن البكتيري، القرحة الجرثومية، الذبول البكتيري، اللفحة البكتيرية وأمراض بكتيرية أخرى وخاصة البكتريا الموجبة لجرام والتي تصيب الفاكهة ذات النواة الحجرية، الموالح، الزيتون، الخضروات، البطاطس، الدخان، القطن والنباتات الحولية. وقد يسبب الستربتوميسين اصفرار للعنب، الكمثرى، الخوخ وبعض الحوليات. ويسوق الستربتوميسين تجاريا في صورة مسحوق قابل للبلل أو سوائل و تحت اسم Agrimycin 17 أو AS-50، كما يمكن خلطه مع المانيب لمعاملة تقاوي البطاطس. وتبلغ قيمة LD_{50} لفئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٩٠٠٠مجم/ كجم.

٢ – السيكلوهكساميد Cycloheximide

3-{2-(3,5-dimethyl-2-oxocyclohexyl)2-hydroxyethyl-}glutarimide

يُعد السيكلوهكساميد مضاد حيوي ضد الفطريات تم عزله عام ١٩٤٦م بواسطة العالم Whiffen وآخرون وتم إنتاجه بغرض تسويقه تجاريا بواسطة شركة أبجون Upjohn في صورة مساحيق قابلة للبلل و تحت اسم ActiAid و Actidione وذلك لمكافحة البياض الزغبي في الورد، الحوليات، و التفحيات و تبقع الأوراق في المساحات الخضراء. كما يعتبر السيكلوهكساميد منظم للنمو وله تأثير طارد شديد للفئران.

٣- جريسوفولفين Griseofulvin

7-chloro-2',4,6-trimethoxy-6'-methylspiro[benzofuran-2(3H),1'-cyclohex-2'-ene]-3,4'-dione

يُعد الجريسوفولفين مضاد حيوي ضد الفطريات تم عزله عام ١٩٣٩م بواسطة العالم Oxford وآخرون وتم إنتاجه بغرض تسويق تجاريا بواسطة شركة جلاكسو المحدودة Glaxo Ltd وهو يستخدم حالياً في الصحة البيطرية ومكافحة الديدان. كما يستخدم هذا المركب كمادة حاملة خاملة للمبيدات وله أكثر من ١٠٠ استخدامات أخرى. ومن أسمائه التجارية Ground Woody Ring، Ground Corncobs وWoody Ring.

(٦, ٢, ٢, ٤) مبخرات التربة **Soil Fumigants**

١ – الفورمالدهيد Formaldehyde

استخدم الفورمالدهيد لأول مرة كمادة مطهرة عام ١٨٨٨م بواسطة العالم Loew، بينما استخدم كمطهر للبذور في عام ١٨٩٦م بواسطة العالم Geuther. ويعتبر الفورمالدهيد مادة مدخنة حيث يستخدم كمطهر للتربة والبذور ضد فطريات وبكتيريا التربة، كما يستخدم داخل البيوت المحمية بعد الحصاد، في أماكن زراعة عش الغراب وكمادة حافظة للأعلاف. وهو يستخدم بمعدل واحد جالون من محلول الفورمالدهيد تركيزه ٤٠٪ ويخلط مع ٥ جالون ماء لكل ١٠٠ قدم مربع من التربة ويجب ري التربة بعد المعاملة ثم تغطيتها بألواح خشبية أو ورق مقوى لفترة ١٢ ساعة ثم تعزق التربة لتهويتها لمدة ١-٢ يوم ويمكن زرع البذور في التربة المعاملة بعد ٢-٥ أيام من المعاملة وتشتل النباتات بعد حوالي ١٠ أيام من المعاملة. ويسوق تجاريا تحت اسم فورمالين ٤٠٪. وتبلغ قيمة LD_{50} لفئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٥٥٠-٨٠٠مجم/ كجم. والمركب شديد السمية للنباتات و الأسماك.

٢ - ١ ,٣- ثاني كلوروبروبين 1,3-dichloropropene

$$\underset{(E)}{ClCH_2(H)C=C(H)Cl} \qquad \underset{(Z)}{ClCH_2(H)C=C(Cl)H}$$

(EZ)-1,3-dichloropropene

المركب عبارة عن مخلوط يتكون بنسب متساوية تقريباً من المشابهين (E) و(Z) وهو يوجد مختلطا مع نظيره من مشتقات البروبان. والمركب له تأثير ضد النيماتودا، الحشائش وبعض يرقات الحشرات. ويعتبر المشابه (Z) أكثر فعالية عن المشابه (E) ضد النيماتودا. ويطبق المركب قبل الزراعة لمكافحة معظم أنواع النيماتودا التي تهاجم الفواكه، النقل، الموالح، الكروم، الشليك، المحاصيل الحقلية، الخضروات، البنجر، الأناناس، الحوليات والأزهار. كما يستخدم بصفة ثانوية كمبيد حشري ضد حشرات التربة. ويعيب المركب بإنه قد يسبب سمية نباتية ولذا يجب عدم تطبيق المركب بالقرب من النباتات. ويسوق المركب تجارياً تحت اسم Telone، Nematrap، Nematox، D-D Soil و Sepisol II. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ١٥٠ مجم/ كجم.

٣- بروميد الميثايل Methyl bromide

CH_3Br

Bromomethane

يُعد بروميد الميثايل معقم للتربة وكمادة مدخنة وهو غاز غير قابل للاشتعال عديم اللون والرائحة عند درجة حرارة الغرفة، بينما له رائحة الكلوروفورم عند التركيزات العالية وهو يغلي عند درجة حرارة ٦ ,٣°م، بينما ينصهر عند درجة حرارة - ٩٣°م. وقد تم اكتشاف خواصه الإبادية في عام ١٩٣٢م بواسطة العالم Le Goupil وتم إنتاجه بواسطة شركة داو Dow (الآن تعرف باسم Dow AgroSciences التي لم تعد تنتجه الآن). و بروميد الميثايل له تأثير كمادة مدخنة ضد الحشرات والنيماتودا، كما أن له استخدامات عديدة مثل مكافحة الحشرات، الأكاروس والقوارض في الصوامع، المخازن والبواخر. ويعتبر أيضاً بروميد الميثايل مدخن

للتربة لمكافحة الحشرات، النيماتودا، الأمراض التي تنتقل للنباتات عن طريق التربة، بذور الحشائش، كما يستخدم لتدخين البيوت المحمية و أماكن زراعة عش الغراب. والمركب يكافح فطر *Sclerotinia scleratiorum* المقاوم لكثير من المركبات الأخرى.

ويسوق المركب تجارياً تحت اسم Meth-O-Gas 100، Haltox، Brom-O-Gas، Dowfume G وFubrom ويخلط مع بروميد الميثايل إما الكلوروبكرين أو خلات الأمايل كمواد تحذيرية تنبىء بحدوث أي تسرب من بروميد الميثايل شديد السمية أثناء التدخين. ويحدث بروميد الميثايل حروق لجلد وعيون الإنسان، كما إنه يحدث تأثيراً ساماً على الإنسان إذا ما وصل تركيزه ٠,٠١٩ مجم/ لتر هواء. هذا و قد أوقفت معظم دول العالم استخدام هذا المركب بسبب سميته الشديدة و استنفاذ طبقات الأوزون على الرغم من عدم توافر بديل مناسب وبنفس الكفاءة الإبادية ضد الحشرات، النيماتودا والحشائش و الفطريات.

٤ – الكلوروبيكرين Chloropicrin

$$Cl_3CNO_2$$

Trichloronitromethane

يُعد الكلوروبيكرين سائل عديم اللون وغير قابل للاشتعال وله القدرة على إسالة الدموع. وقد تم اكتشاف الخواص الإبادية للكلوروبيكرين عام ١٩٠٨م واستخدم لتدخين التربة لمكافحة الحشرات، النيماتودا والآفات الأخرى التي تعيش في التربة وكذلك لمكافحة آفات الحبوب المخزونة. ويمكن خلط الكلوروبيكرين مع المدخنات الأخرى ويسوق تجارياً تحت اسم Chlor-O-Pic وDorochlor.

ولأن المركب يحتوي على الكلور والنيتروجين ضمن تركيبه الجزيئي مما يجعله شديد الفعالية كمادة مدخنة للتربة إلا أن سميته العالية للثدييات يحد من استخدامه على نطاق واسع حيث تبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٢٥٠ مجم/ كجم. والمركب يتحول في التربة إلى ثاني أكسيد الكربون وتبلغ قيمة DT_{50} تحت ظروف أشعة الشمس الطبيعية حوالي ٤ أيام.

(٧, ٢ , ٢ , ٤) المبيدات الفطرية الجهازية Systemic Fungicides

وهى المبيدات التي يمكن رشها على النباتات أو نثرها قرب جذور النبات أو معاملة البذور بها فتدخل أنسجة النبات أو البادرات وتصل إلى أجزائها الداخلية وتقضي على الفطريات في مكان الإصابة ويجب أن يتوفر في هذه المركبات القابلية للذوبان في الدهون حتى يمكنها اختراق جدار الخلية النباتية المحتوية على الكيوتيكل وأيضا القابلية للذوبان في الماء حتى يمكنه أن ينتقل مع العصارة النباتية إلى أجزاء النبات المختلفة.

١ – بينوميل Benomyl

$CONH(CH_2)_3CH_3$

$NHCO_2CH_3$

Benomyl

Methyl 1-(butylcarbamoyl)benzimidazol-2-ylcarbamate

وهو مبيد وقائي علاجي يتبع مجموعة البنزإميدازول benzimidazole تم إنتاجه عام ١٩٧٠م بواسطة شركة DuPont. ويتمتع البينوميل بالخواص الجهازية حيث يمتص بواسطة الأوراق والجذور وهو ينتقل أساساً من أسفل لأعلى. المركب فعال ضد عدد كبير من الفطريات التي تصيب الحبوب، الكروم، الفواكه ذات النواة الحجرية، الأرز والخضروات، علاوة على فعاليته في مكافحة بيض الأكاروس. ويباع المركب في صورة مساحيق قابلة للبلل و معلقات زيتية و تحت اسم Romyl، Fundozol، Benor، Benlate، Viben و Benex، كما يباع المركب مخلوطاً مع الثيرام تحت اسم Benlate T أو مخلوطاً مع أوكسي كلوروالنحاس تحت اسم Viben-C. والمبيد ثابت على سطح النباتات التي يرش عليها لكنه أحيانا يتحول داخل أنسجة النبات وفى التربة إلى مركب آخر هو الكربندازيم. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم أكبر من ٥٠٠٠ مجم/ كجم ولذا المركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). وتبلغ قيمة DT_{50} في التربة حوالي ١٩ ساعة.

٢- كربندازيم Carbendazim

Carbendazim
Methyl benzimidazol-2-ylcarbamate

يتبع الكربندازيم مجموعة البنزإميدازول benzimidazole وهو مبيد جهازي له تأثير وقائي وعلاجي حيث يمتص عن طريق الجذور والخلايا الخضرية وينتقل مع العصارة النباتية. ويحدث تأثيره عن طريق تثبيط تطور الأنابيب الجرثومية ونمو الهيفات. ويستخدم الكربندازيم لمكافحة أمراض التبقع، العفن، الذبول، اللفحة، البياض الدقيقي المتسببة بواسطة عدد كبير من الفطريات والتي تهاجم الحبوب، الفاكهة، العنب، الطماطم، قصب السكر ومحاصيل الزيوت. ويستخدم الكربندازيم أيضا لحقن جذوع بعض الأشجار المصابة و معاملة البذور والفسائل لمكافحة بعض الأمراض الفطرية. ويسوق المركب تجاريا في صورة مساحيق قابلة للبلل، معلقات زيتية، معلقات مائية و معلقات مركزة وتحت اسم Bendazim، Aimcozim، Bencarb، Arrest، Derosal، Bavistin و Occidor. كما يمكن خلط المركب مع المانكوزيب و المانيب وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم أكبر من ١٥٠٠٠ مجم/ كجم وهو مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). وتتراوح قيمة DT_{50} للمركب في التربة من ٨-٣٢ يوماً.

٣- كربوكسين Carboxin

Carboxin
5,6-dihydro-2-methyl-1,4-oxathi-ine-3-carboxanilide

يُعد الكربوكسين مبيد جهازي يتبع مجموعة الأوكساثين Oxathiin يستخدم لمعاملة البذور للوقاية من أمراض التفحم، التصمغ والتبقع في الشعير، القمح والشوفان، كما يستخدم لمكافحة عفن رقبة الجذور في البقوليات والخضروات، علاوة على معاملة الشتلات. ويسوق الكربوكسين في صورة مساحيق قابلة للبلل، محلول حقيقي و مركزات قابلة للتدفق و تحت اسم Hiltavax، Vitavax وKemikar. هذا ويمكن خلط المركب مع الثيرام، الكابتان و المانيب. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم أكبر من ٣٨٢٠مجم/ كجم وهذا المركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالية على إنه قليل الضرر (III). وتتراوح قيمة DT_{50} للمركب في التربة حوالي ٢٤ساعة.

٤- بيرازوفوس Pyrazophos

Pyrazophos

O,O-diethyl O-6-ethoxycarbonyl-5-methylpyrazolo[1,5-a]pyrimidin-2-yl phosphorothioate

يُعد البيرازوفوس جهازي وقائي وعلاجي يتبع مجموعة الفوسفوروثيوليت Phosphorothiolate، يحدث تأثيره السام عن طريق تثبيط تخليق الميلانين ويقوم بمنع تطور الجراثيم الكوندية في الفطريات. ويمتص المركب من خلال المجموع الخضري والجذري وينتقل لجميع أجزاء النبات عن طريق العصارة النباتية. وهو يستخدم في مكافحة البياض الدقيقي، لفحة الأوراق وعفن الساق في القرعيات، الحبوب، الشليك، التفاح، العنب و الحوليات. ويسوق المركب في صورة مركزات قابلة للاستحلاب أو مساحيق قابلة للبلل وتحت اسم Afugan وSiganex. وتتراوح قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ١٥١ -٧٧٨مجم/ كجم ولذا المركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه متوسط الضرر (II). وتتراوح قيمة DT_{50} للمركب في التربة حوالي ١٠-٢١ يوماً.

٥- بينكونازول Penconazole

Penconazole

1-(2,4-dichloro- β-propylphenethyl)-1H-1,2,4-triazole

يتبع مركب البينكونازول مجموعة ثلاثية الأزول Triazole وهو جهازي يستخدم كمبيد وقائي وعلاجي في نفس الوقت حيث يمتص خلال الأوراق وينتقل إلى جميع أجزاء النبات مع العصارة النباتية. ويحدث المركب تأثيره السام عن طريق تثبيط إزالة مجموعة الميثايل من الإستيرول Sterol وتثبيط تخليق مجموعة الإرجوإستيرول في الأغشية الخلوية للفطر و إيقاف تطور الفطر. ويستخدم البينكونازول لمكافحة البياض الدقيقي، الجرب في الفواكه وكذلك فطريات Basidiomycetes، Ascomycetes و Deuteromycetes التي تهاجم الكروم، الفواكه ذات النواة الحجرية، الحوليات والخضروات. ويباع المركب في الأسواق باسم توباز Topaz أو Award في صورة مركز قابل للاستحلاب أو مسحوق قابل للبلل. تبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٢١٢٥ مجم/ كجم ولذا المركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالية على إنه قليل الضرر (III). وتتراوح قيمة DT_{50} للمركب في التربة من ١٣٣-٣٤٣ يوماً معتمداً ذلك على نوع التربة.

٦- دايفينوكونازول Difenoconazole

Difenoconazole

cis,trans-3-chloro-4-[4-methyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-ylmethyl)-1,3-dioxolan-2-yl]phenyl 4-chlorophenyl ether

يتبع مركب الدايفينوكونازول مجموعة ثلاثية الأزول Triazole وهو يستخدم كمبيد علاجي ووقائي في نفس الوقت حيث أن له خواص جهازية فيمتص خلال الأوراق وينتقل بسرعة إلى جميع أجزاء النبات مع العصارة النباتية. ويحدث المركب تأثيره السام عن طريق تثبيط إزالة مجموعة الميثايل من الإستيرول Sterol وتثبيط تخليق مجموعة الإرجوإستيرول في الأغشية الخلوية للفطر و إيقاف تطور الفطر. ويمتاز الدايفينوكونازول بأن له مدى واسع لوقاية نوعية وكمية المحصول وذلك عند رش المبيد على المجموع الخضري أو معاملة البذور فيعطي وقاية طويلة المدى ضد فطريات Basidiomycetes، Ascomycetes وDeuteromycetes. ويستخدم لمكافحة مجموعة من الأمراض الفطرية في العنب، الفواكه ذات النواة الحجرية، البطاطس، قصب السكر، الموز، الحبوب، الحوليات و كثير من الخضروات. ويسوق المركب تجارياً في صورة مساحيق لمعاملة البذور، مركزات قابلة للاستحلاب، مركزات قابلة للتدفق، مركزات معلقة و محببات قابلة للتعلق في الماء و تحت اسم Dividend وScore. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ١٤٥٣ مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). ويعتبر معدل اختفاء الدايفينوكونازول في التربة بطيء ويعتمد ذلك على معدل تطبيق المركب، في حين تتراوح قيمة DT_{50} للمركب عند تحلله ضوئياً حوالي ١٤٥ يوماً.

٧- بنالاكسيل Benalaxyl

Benalaxyl
Methyl N-phenylacetyl-N-2,6-xylyl-DL-alaninate

يتبع مركب البنالاكسيل مجموعة الفينايل أميد Phenylamide يستخدم كمبيد وقائي وعلاجي في نفس الوقت حيث وله خواص جهازية فيمتص بواسطة الأوراق، الساق والجذر وينتقل إلى جميع أجزاء النبات. ويحدث المركب تأثيره السام على الفطريات

عن طريق تثبيط أنزيم البوليميريز Polymerase في سلسلة تخليق الحامض النووي الرسول. كما يحدث تأثيره الوقائي عن طريق تثبيط إنبات الجراثيم ونمو الهيفات في حين يحدث تأثيره العلاجي عن طريق تثبيط نمو الهيفات. ويستخدم البنالاكسيل في مكافحة اللفحة المتأخرة في الطماطم والبطاطس، البياض الزغبي في الكروم، الخس، البصل وفول الصويا. وغالباً المركب ما يستخدم مخلوطاً مع المبيدات الفطرية الأخرى. و يسوق المركب تجارياً في صورة مركزات قابلة للاستحلاب، مساحيق قابلة للبلل ومحببات و تحت اسم Galben وTairel. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٤٢٠٠ مجم/ كجم ولذا المركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). وتتراوح قيمة DT_{50} للمركب في التربة حوالي٧٧ يوماً.

٨- ميتالاكسيل Metalaxyl

Metalaxyl
Methyl N-(methoxyacetyl)-N-(2,6-xylyl)-DL-alaninate

يتبع مركب الميتالاكسيل مجموعة الفينايل أميد Phenylamide يستخدم كمبيد وقائي وعلاجي في نفس الوقت حيث وله خواص جهازية فيمتص بواسطة الأوراق، الساق والجذر وينتقل إلى جميع أجزاء النبات. ويحدث المركب تأثيره السام على الفطريات عن طريق تثبيط تخليق البروتين وذلك بتدخله مع تخليق ريبوسومات الحامض النووي RNA وأنزيم البوليميريز في سلسلة تخليق الحامض النووي الرسول. ويستخدم المركب لمكافحة الفطريات الهوائية وكذلك التي تسكن التربة في كثير من المحاصيل التي تزرع في المناطق المعتدلة، الاستوائية و شبه الاستوائية. وينصح برش الميتالاكسيل مخلوطاً مع

المبيدات الفطرية الوقائية على المجموع الخضري لمكافحة البياض الزغبي، العفن، الذبول في البطاطس، الطماطم، الكروم والخضروات. كما يمكن استخدام الميتالاكسيل بمفرده لمعاملة التربة لمكافحة فطريات التربة التي تسبب أعفان الساق والجذر في الأفوكادو والموالح ولمعاملة البذور للقضاء على أمراض الذبول في عديد من المحاصيل. ويسوق المركب تجارياً في صورة مركزات قابلة للاستحلاب، مساحيق قابلة للبلل ومركزات قابلة للتدفق و تحت أسم Ridomil وMetamix. هذا ويمكن خلط المركب مع الفولبت، مركبات النحاس والكابتان. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٦٣٣ مجم/كجم ولذا المركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). وتتراوح قيمة DT_{50} للمركب في التربة حوالي ٢٩ يوماً.

٩- ميتالاكسيل- م Metalaxyl-M

$CH_3OCH_2C(=O)-N(C_6H_3(CH_3)_2)-CH(CH_3)CO_2CH_3$

Metalaxyl-M
Methyl N-(methoxyacetyl)-N-(2,6-xylyl)-D-alaninate

يتبع مركب الميتالاكسيل-م مجموعة الفينايل أميد Phenylamide وهو مماثل (R enantiomer) لمبيد الميتالاكسيل. ويستخدم المركب كمبيد وقائي وعلاجي في نفس الوقت حيث يمتص بواسطة الأوراق، الساق والجذر وينتقل إلى جميع أجزاء النبات. ويحدث المركب تأثيره السام على الفطريات عن طريق تثبيط تخليق البروتين وذلك بتدخله مع تخليق ريبوسومات الحامض النووي RNA وأنزيم البوليميريز في سلسلة تخليق الحامض النووي الرسول. ويستخدم المركب لمكافحة الفطريات الهوائية وكذلك التي تسكن التربة

في كثير من المحاصيل التي تزرع في المناطق المعتدلة، الاستوائية وشبه الاستوائية. وينصح برش الميتالاكسيل-م مخلوطاً مع المبيدات الفطرية الوقائية على المجموع الخضري لمكافحة البياض الزغبي، العفن، الذبول في البطاطس، الطماطم، الكروم والخضروات. كما يمكن استخدام الميتالاكسيل-م بمفرده لمعاملة التربة لمكافحة فطريات التربة التي تسبب أعفان الساق والجذر في الأفوكادو والموالح ولمعاملة البذور للقضاء على أمراض الذبول في عديد من المحاصيل. ويباع المركب تجارياً في صورة مساحيق لمعاملة البذور، مركزات قابلة للاستحلاب، مركزات قابلة للتدفق، محببات، مركزات معلقة، محببات قابلة للتعلق و مساحيق قابلة للبلل و تحت اسم Apron XL وRidomil Gold. وتتراوح قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم من ٩٨١-١٤١٩مجم/ كجم وهو مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه متوسط الضرر (II). وتتراوح قيمة DT_{50} للمركب في التربة حوالي ٢١ يوماً.

(٨, ٢, ٢, ٤) مركبات من مجاميع أخرى

١ - دينوكاب Dinocap

Dinocap

2,6-dinitro-4-octylphenyl crotonates and 2,4-dinitro-6-octylphenyl crotonates

يحتوي دينوكاب على مجموعة الكروتونات التي تتكون من مخلوط يحتوي على مجاميع الكيميائية: ١- ميثايل هبتايل، ١- إيثايل هكسيل و ١- بروبيل بنتايل. ويتكون المركب التجاري أساسا من مخلوط من المشابه ٦-أوكتايل (i) بنسبة ٢-٥ , ٢جزء و المشابه ٤-أوكتايل (ii) بنسبة ١جزء. و المركب غير جهازي له تأثير وقائي وعلاجي حيث يحدث تأثيره السام عن طريق منع عملية الازدواج في تفاعلات الأكسدة التنفسية. والمشابه (i) أكثر فعالية كمبيد أكاروسي، بينما المشابه (ii) أكثر فعالية كمبيد فطري. ويستخدم الدينوكاب لمكافحة البياض الدقيقي في الفاكهة ذات النواة الحجرية، الموالح، الكروم، الخضروات والحوليات. كما يستخدم بصفة ثانوية كمبيد لمكافحة أكاروس الموالح الأحمر، العنكبوت الأحمر و أكاروس الصدأ في ثمار الأشجار والكروم. والدينوكاب غير ضار بالنباتات المرشوشة فيما عدا للورود المزروعة في البيوت المحمية. ويسوق المركب تجارياً في صورة مساحيق قابلة للبلل، مركزات سائلة و مساحيق تعفير تحت اسم Karathane، Crotothane و Sialite. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٩٨٠مجم/ كجم ولذا المركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). وتتراوح قيمة DT_{50} للمركب في التربة من ٥ , ٤-١ , ٦ يوم.

٢- الكلوروثالونيل Chlorothalonil

CN, Cl, Cl, Cl, CN, Cl

Chlorothalonil
Tetrachloroisophthalonitrile

يتبع مركب الكلوروثالونيل Chlorothalonil مركبات الكلورونيتريل Chloronitrile وهو مبيد وقائي يرش على المجموع الخضري له تأثير كمبيد فطري قاتل وموقف لنمو الفطر حيث يحدث تأثيره السام على الفطريات عن طريق

الارتباط بمجاميع الثيول (SH-) مثل الجلوتاثيون والتي تتواجد في الخلايا الفطرية النامية مما يؤدي إلى إعاقة عملية تحلل السكر. ويستخدم الكلوروثالونيل لمكافحة عديد من الأمراض الفطرية في الفاكهة ذات النواة الحجرية، الموالح، الشليك، الموز، المانجو، القطن، الذرة، عش الغراب و كثير من الحوليات. و يجب الحذر عند استخدام هذا المركب لإنه قد يسبب بعض الأضرار للعنب، التفاح وبعض الحوليات المزهرة. ويسوق المركب في صورة تجهيزات على هيئة مساحيق قابلة للبلل أو مركزات قابلة للذوبان أو محببات قابلة للتعلق أو مركزات للتضبيب و تحت أسماء تجارية عديدة منها Clortosip، Bombardier، Daconil، Bravo و Fungiless. وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب أكبر من ٥٠٠٠ مجم/ كجم وهو مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). وتتراوح قيمة DT_{50} في التربة حوالي ٥-٣٦ يوماً.

٣- كريسوكسيم - ميثايل Kresoxim-methyl

CH_3 O CH_3O N OCH_3 O

Kresoxim-methyl
methyl (E)-methoxyimino[2-(o-tolyloxymethyl)phenyl]acetate

يتبع مركب كريسوكسيم-ميثايل المركبات التي تنتمي لمجموعة خلات أوكسيمينو Oximinoacetate. ويقوم المركب بإيقاف التنفس بواسطة الميتوكوندريا وذلك بتثبيط عملية انتقال الإلكترونات بين السيتوكروم ب (cytochrome b) والسيتوكروم س، ($cytochrome\ c_1$) في منطقة أكسدة يوبيكينول. وترجع اختيارية المركب إلى منع عملية الأسترة de-esterification في النبات. والمركب له تأثير وقائي و علاجي وله تأثير طويل الأجل ضد الفطريات حيث يرجع نشاطه إلى إعادة توزيعه عن طريق وجوده

في الصورة البخارية. ويستخدم المركب لمكافحة الجرب في التفاح والكمثرى، البياض الدقيقي في التفاح و العنب والبياض الزغبي في الخضروات. ويجهز المركب تجاريا في صورة مركزات معلقة، محببات قابلة للتعلق في الماء ومستحلبات وتحت اسم، Stroby، Discus، Candit، Sovran وKenbyo. وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم لفئران التجارب أكبر من ٥٠٠٠ مجم/ كجم وهو سام للكائنات الحية المائية.

الفصل الخامس

مبيدات الحشائش

Herbicides

• مقدمة • أسس تقسيم مبيدات الحشائش

(١ , ٥) مقدمة

تُعد الحشائش من أهم عوائق الإنتاج بتأثيرها المباشر وغير المباشر على الإنسان، عناصر الثروة الزراعية والحيوان الزراعي. وقد عرف العالم Thomas Muzik الحشائش Weeds بإنها نباتات غير مرغوب في وجودها، بينما عرفها العالم Huber Martin بإنها نباتات في غير مكانها أو موضعها. وتتصف الحشائش بإنها قوية المنافسة للمحاصيل التي تنمو معها، تنمو نمواً كثيفاً، عنيدة ومقاومة لعمليات مكافحتها، تنمو نمواً كثيفاً، ذات قدرة عالية على إنتاج خلفات جديدة، تنمو نمواً متواصلاً في أماكن لا تزرع فيها ولا تحصد منها، غالبا ما تكون كئيبة المنظر و معظمها ليس له قيمة اقتصادية وضارة للإنسان. وقد يعتبر نباتاً ما في وقت ما أو مكان ما حشيشة بينما نفس النبات قد لا يعتبر حشيشة في مكان أو وقت آخرين. فمثلا يعتبر نمو النجيل في حقول القمح حشيشة تستدعى مكافحتها، بينما يعتبر كل من القمح أو الشعير من الحشائش إذا وجدا بين مسطحات النجيل الأخضر في الملاعب والمتنزهات. وهناك مجموعة من العوامل تساعد على انتشار الحشائش مثل قدرتها على تكوين جذور وسيقان معمرة تحت سطح التربة أو فوقها مباشرة تمكنها أن تبقى لفترة طويلة، إنتاج عدد وفير من البذور وذات عمر طويل، قصر فترة الجيل،

ذات مقدرة عالية على الهيمنة واحتلال المكان وذلك لإفرازها بعض المواد التي تحد من نمو النباتات الاقتصادية. كما أن انتقال بذور الحشائش محمولة بالهواء أو عن طريق ماء الري أو مع السماد العضوي المضاف للتربة أو عن طريق نقل التربة الزراعية من مكان لآخر أو عن طريق الآلات الزراعية أو عن طريق الحيوانات أو الإنسان كل ذلك ساعد على انتشار الحشائش.

وتسبب الحشائش أضرار كثيرة فهي تزاحم المحاصيل الزراعية وتنافسها على المكان، الماء، الهواء، الضوء والعناصر الغذائية فيقل الإنتاج، كما أن اختلاط بذور الحشائش بالمنتجات الزراعية يؤدي إلى خفض جودته. كما تُعد الحشائش بيئة مناسبة لإيواء الحشرات، القوارض، الزواحف ومسببات الأمراض النباتية. كما تسبب الحشائش المائية إعاقة الملاحة، تقليل كفاءة المراوي والمصارف، ضعف وتهدم الطرق وانهيار الجسور والكباري. كما تسبب عمليات مكافحة الحشائش زيادة تكاليف عمليات استصلاح الأراضي الجديدة، كما وأن الحشائش قد تتسبب في حدوث الحرائق. ومن الحشائش أيضا ما يسبب أضرار للصحة العامة لاحتوائها على مواد سامة أو مواد تؤدي إلى الخمول أو فقدان الشهية. وعلى الرغم من ذلك فإن لبعض الأنواع من الحشائش ذات أهمية اقتصادية متمثلة في استخدام بعضها كغذاء للإنسان والحيوان، تعمل على تماسك التربة ضد عوامل التعرية، بعضها مثل الخلة تستخدم في صناعة الأدوية والبعض الآخر مثل الحلفا يستخدم في صناعة الورق، بعضها يستخدم في استصلاح الأراضي البور والبعض الآخر مثل الخردل تستخدم في الكشف عن بعض الملوثات الغازية في البيئة.

وبسبب الأضرار الفادحة التي تسببها الحشائش وجب مكافحتها بالأساليب والطرق المختلفة. و تشمل أساليب مكافحة الحشائش منع العدوى بها وذلك بالتأكد من عدم اختلاط بذور الحشائش مع التقاوي والأسمدة والمحصول الناتج وكذلك استئصال الحشائش وأجزاءها النباتية وبذورها حتى التأكد من التخلص الكامل منها لمنع تجدد العدوى. من ناحية أخرى تشمل طرق مكافحة

الحشائش الطرق الميكانيكية مثل الحرث، الإثارة، العزيق، الاقتلاع باليد، الحش، استخدام مواد تغطية لحجب الضوء والهواء عن الحشائش، الطرق الزراعية التي تشمل استخدام الدورات الزراعية، استعمال تقاوي خالية من بذور الحشائش واستعمال محاصيل التغطية مثل البرسيم للحد من نمو الحشائش، الطرق الحيوية والتي تتضمن استخدام المتطفلات مثل الحشرات، الفطريات والحيوانات لتتغذى على الحشائش و أخيراً الطرق الكيميائية والتي تعتمد على استخدام المواد الكيميائية التي يطلق عليها مبيدات الحشائش.

وتعرف مبيدات الحشائش بإنها مواد كيميائية وظيفتها الأساسية قتل الحشائش غير المرغوب فيها وتمتاز بأن لها نشاط فسيولوجي عالي و مؤثرة بتركيزات منخفضة.

(٢ , ٥) أسس تقسيم مبيدات الحشائش

يمكن تقسيم مبيدات الحشائش بناءً على الأسس الآتية :

(١ , ٢ , ٥) الخواص

وبناءً على هذا الأساس تقسم إلى :

(١ , ١ , ٢ , ٥) مبيدات اختيارية Selective Herbicides

وهى مبيدات تستخدم لقتل أو تثبيط نمو الحشائش التي تؤثر على المحاصيل الحقلية وهذا النوع من المركبات التي لها صفة الاختيارية حيث يمكن استخدامها في وجود المحاصيل الحقلية.

(٢ , ١ , ٢ , ٥) مبيدات غير اختيارية Non-selective Herbicides

وهي مبيدات تستخدم لقتل كل النباتات المرشوشة والموجودة في المنطقة المعاملة بدون تمييز أو تفريق.

ويمكن القضاء على الكثير من الحشائش دون التأثير على المحاصيل الحقلية الموجودة معها وذلك بالاختيار الجيد لكل من مبيد الحشائش المراد رشه، معدل الاستخدام الحقلي، الوقت المناسب للتطبيق و طريقة المعاملة.

(٢ , ٢ , ٥) آلية التأثير السام Mode of Action

وتبعا لميكانيكية تأثيرها السام على النباتات تنقسم إلى مجموعتين هما :

(١ , ٢ , ٢ , ٥) سموم أو مبيدات عامة للخلية Nonselective Herbicides

وهي المواد الكيماوية السامة التي لا تفرق بين خلية نباتية وأخرى وهذه يطلق عليها مبيدات بالملامسة Contact Herbicides.

(٢ , ٢ , ٢ , ٥) المبيدات الجهازية Systemic Herbicides

وهذه المبيدات تنتقل داخل النباتات وتسير مع العصارة النباتية حتى تصل إلى مكان تأثيرها ولذا فهذه المبيدات يمكنها أن تفرق بين نبات ونبات آخر.

(٣ , ٢ , ٥) موعد التطبيق

وتبعا لموعد تطبيقها على النباتات تقسم إلى :

(١ , ٣ , ٢ , ٥) مبيدات تطبق قبل الانبثاق Pre-emergent

وهى مبيدات ترش على التربة إما قبل الزراعة أو بعدها مباشرة قبل أن يحدث انبثاق لبادرات المحصول أو الحشائش فوق سطح التربة.

(٢ , ٣ , ٢ , ٥) مبيدات تطبق بعد الانبثاق Post-emergent

وهى مبيدات يتم تطبيقها بعد أن تنبثق بادرات المحصول أو الحشائش فوق سطح التربة.

(٤ , ٢ , ٥) التركيب الكيميائي

وهو أكثر الطرق شيوعا في تقسيم مبيدات الحشائش وتبعاً لذلك تقسم مبيدات الحشائش بهذه الطريقة إلى ثلاثة أقسام رئيسية:

(١ , ٤ , ٢ , ٥) مبيدات الحشائش غير العضوية

(٢ , ٤ , ٢ , ٥) مبيدات الحشائش العضوية المعدنية

(٣ , ٤ , ٢ , ٥) مبيدات الحشائش العضوية

وسوف يتم دراسة التقسيم على أساس المجموعة الكيماوية التي تنتمي إليها مبيدات الحشائش بالتفصيل لسهولته.

(١ , ٤ , ٢ , ٥) مبيدات الحشائش غير العضوية Inorganic Herbicides

مبيدات الحشائش غير العضوية قد تكون أحماض مثل حمض الكبريتيك أو حمض الهيدروكلوريك أو حمض الفوسفوريك أو قد تكون أملاح مثل كبريتات النحاس، كبريتات الحديدوز، نترات النحاسيك، كبريتات أمونيوم، كلورات الصوديوم، البوراكس، سيانيد البوتاسيوم، زرنخيت الصوديوم، سياناميد الكالسيوم و ثيوسيانات الأمونيوم. و يجب الإشارة هنا إلى أن مبيدات الحشائش غير العضوية قليلة الاستعمال جدا نظرا للتطور الهائل في صناعة مبيدات الحشائش العضوية والتي تمتاز بالكفاءة العالية والتخصص المرتفع.

١- مشتقات الزرنيخ

يستخدم الزرنيخ في صورة زرنيخيت الصوديوم أو ثالث أكسيد الزرنيخ في الماء وفى صورة أقراص وعندما يستخدم رشا على الأوراق يلاحظ أن له تأثير بالملامسة وعند استخدامه على التربة ينتقل لأعلى مع تيار النتح. وقد تم تحديد استخدام مشتقات الزرنيخ وذلك لسميتها العالية للإنسان والحيوان. وتؤثر زرنيخات الصوديوم عن طريق تثبيطها للتنفس والنمو في النبات المعامل وكذلك تعمل على إيقاف الانقسام الميتوزى في بعض النباتات مثل الفول.

٢- كلورات الصوديوم Sodium Chlorate

$$NaClO_3$$

تُعد كلورات الصوديوم من المركبات التي كانت شائعة الاستعمال كمبيد للحشائش منذ عام ١٩١٠م حيث تمتص من خلال الجذور والمجموع الخضري وتنتقل لأسفل عبر اللحاء فيؤدي ذلك إلى زيادة تنفس النبات ويتناقص نشاط أنزيم الكتاليز مما يحدث استنفاذ للغذاء المخزن. تعمل كلورات الصوديوم كمبيد بالملامسة وجهازي والمركب شديد الذوبان في الماء وغالبا ما يستعمل كمحلول رش أو كبلورات صلبة حيث يستخدم لمكافحة الحشائش في الأراضي غير المزروعة، كمادة مسقطة للأوراق في حقول القطن، دوار الشمس وله أيضاً تأثير كمادة معقمة. وتوجد كلورات الصوديوم تجارياً تحت اسم Atlacide، Defol، Kusatol، Dervan و Sochlor. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم

حوالي ١٢٠٠ مجم/ كجم ولذا المركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). وتصل مدة بقاء المركب في التربة من ٥ , ٠-٥ سنوات حسب معدل التطبيق، نوع التربة، خصوبة التربة، المحتوي من المادة العضوية، الرطوبة والعوامل الجوية.

ويعيب هذه المادة القابلية للاشتعال، سميتها العالية للأسماك والماشية التي تتغذى على الأجزاء الخضرية المرشوشة بها.

٣- مركبات البورون Boron Compounds

$$Na_2B_4O_7.10H_2O$$

Borax
disodium tetraborate decahydrate

من أشهر مركبات البورون والتي استعملت كمبيد حشائش مركب البوراكس Borax أو رابع بورات الصوديوم، علاوة إنه فعال كمبيد حشائش، فطري وحشري. والبوراكس مبيد حشائش غير متخصص حيث يسبب اصفرار وجفاف للنباتات المرشوشة به، كما يستخدم كطعوم سامة في مخازن الأغذية لمكافحة الفورميسيدا Formicidae. والمركب يذوب قليلاً في الماء وموجود في الطبيعة في الرواسب وهو غير قابل للاشتعال ولا يسبب تآكل للمعادن وغير سام ويمكن استخدامه كمحلول مائي للرش أو في صورة محببات. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٤٥٠٠- ٦٠٠٠ مجم/ كجم ولذا المركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). وتصل مدة بقاء المركب في التربة إلى أقل من سنتين.

٤- مركبات السيانيد، السيانات والثيوسيانات

أ) سيانيد البوتاسيوم (KCN) سام جداً لبعض الحشرات كما إنه شديد السمية للحيوانات.

ب) سياناميد الكالسيوم ($CaCN_2$) وهو يستخدم كسماد وكمبيد للحشائش ويستخدم ضد الحشائش في الحبوب وخصوصا الذرة و كمادة مسقطة للأوراق defoliant وبالتالي تسهل من جني المحاصيل مثل القطن.

جـ) سيانات البوتاسيوم (KOCN) وتعتبر مبيد حشائش اختياري نسبيا حيث يعتبر سام للنباتات عريضة الأوراق أو الخشنة وبالتالي يعتبر غير ضار بالنباتات ضيقة الأوراق أو الشمعية.

د) ثيوسيانات الأمونيوم (NH_4SCN) وهى مادة سامة جدا للخلايا النباتية وسريعة المفعول جدا إلا أن طبيعة تأثيرها داخل الخلايا غير معروف. ومحاليل المادة لا تؤثر في الجلد ولو أنها تؤثر في المعادن خصوصا الحديد والمادة غير العضوية المستعملة في إبادة الحشائش تُعد من مواد التسميد لإنها تحتوي على النيتروجين.

٥- كبريتات و نترات النحاس و كبريتات الحديدوز

تحتوي الخلية النباتية على أيونات بعض المعادن مثل النحاس والماغنسيوم والحديد وغيرها وهذه تتنافس مع بعضها لشغل بعض المراكز الحيوية داخل الخلية النباتية ويكون النشاط الحيوي للخلية في صورة طبيعية عندما يكون تركيز هذه المعادن بنسب محددة، أما زيادة تركيز النحاس أو الحديد عن الحد الطبيعي يؤدي إلى اختلاف نشاط الخلية وبالتالي موتها.

٦- حامض السلفاميك والسلفامات Sulphamic acid and Sulphamates

$$NH_2SO_3^- \ NH_4^+$$

ammonium sulfamate

يعرف حامض السلفاميك (H_2NSO_3H) أيضا باسم Amidosulphonic acid وقد استعمل كل من حامض السلفاميك و كبريتات الأمونيوم كمبيدات للحشائش ويفضل الملح الأمونيومى كمبيد للحشائش. ويؤثر حامض السلفاميك كسم بالملامسة عندما يستعمل مباشرة على النباتات أو كمادة معقمة عند معاملة التربة ويحدث تأثيره عن طريق إطالة فترة السكون للنباتات ولذلك تظل النباتات في فترة السكون حتى تنتهي مخزونها من النشاط والسكريات ويتبع ذلك موت النباتات. أيضاً استخدمت سلفامات الأمونيوم تجاريا كمبيد حشائش غير اختياري يمتص بواسطة الأوراق والسيقان والأسطح الخشبية حديثة القطع وذلك لمكافحة النباتات الخشبية، الحشائش

المعمرة، الحشائش الحولية عريضة الأوراق والحشائش في الأراضي غير المزروعة وكذلك المعدة للزراعة والغابات. كما استخدمت مادة سلفامات الأمونيوم في مكافحة الأشجار غير المرغوب فيها ومنع تكوين أفرع جديدة على الأسطح المقطوعة وذلك بمعاملة الأسطح المقطوعة بمادة سلفامات الأمونيوم. وتسوق سلفامات الأمونيوم تجارياً في صورة بلورات تذوب في الماء وتحت باسم Sulfamate أو Amcides. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٣٩٠٠مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). وتتحول مادة سلفامات الأمونيوم إلى كبريتات الأمونيوم في التربة بعد ٦-٨ أسابيع.

٧- حامض الكبريتيك Sulfuric acid (H_2SO_4)

استخدم حامض الكبريتيك في عام ١٩٠٩م كمبيد حشائش في حقول البصل والحبوب، كما استخدم قبل الانبثاق لمكافحة الحشائش في المحاصيل البستانية وكمادة مجففة قبل الحصاد في حقول البقوليات والكتان والبصل. كما استخدم لقتل القمم النامية للبطاطس لتسهيل عمليات الحصاد. و يمكن تفسير ميكانيكية إحداث للفعل السام لحامض الكبريتيك بأحد الميكانيكيات الآتية:

أ) حرق أنسجة الورقة سريعا ثم تحطيم البروتوبلازم.

ب) الاتحاد مع ذرات الماغنسيوم في جزئ الكلوروفيل وبالتالي يتحطم الكلوروفيل.

جـ) الارتباط بالماء الموجود في الخلايا النباتية والتأثير يكون كبيراً إذا كانت النباتات تحتاج الماء لوجودها في بيئة جافة أو لم ترو حديثا.

٨- كبريتات الأمونيوم Ammonium Sulfate $(NH_4)_2SO_4$

يرجع الفعل السام لأملاح الأمونيوم إلي أيون الأمونيوم نفسه حيث تدخل إلى العصارة الخلوية مما يؤدي إلى تحول العصارة النباتية إلي الوسط القلوي وبالتالي موت الخلايا النباتية. كما أن أيون الأمونيوم يؤثر على بروتوبلازم الخلايا لتكوين معقدات مع البروتينات المكونة للبلازما.

(٢ , ٤ , ٢ , ٥) مبيدات الحشائش العضوية المعدنية Organometallic Herbicides

يتبع مبيدات الحشائش العضوية المعدنية كل من مشتقات الزئبق Mercurials، مشتقات الزرنيخ Arsenicals وبعض مشتقات القصدير العضوية. معظم مشتقات هذا القسم تستخدم ضد النجيليات خاصة حشيشة ذيل القط الأكثر انتشارا في حقول القطن. ومن المشتقات التي تتبع مبيدات الحشائش العضوية المعدنية ما يلي :

أولاً : مشتقات الزئبق

١ - خلات الفينايل زئبقيك Phenylmercury acetate (PMA)

$$C_6H_5-Hg-O_2CCH_3$$

Phenylmercury acetate

تُعد مادة خلات الفينايل زئبقيك متخصصة ضد حشيشة ذيل القط ويجب الحذر عند استخدامها حيث أن استخدام جرعات عالية يؤدي إلى الإضرار بالنباتات المزروعة أما الجرعات المنخفضة فتأثيرها ضعيف على الحشيشة وبالتالي يمكن للحشيشة أن تجدد نفسها مرة أخرى. ويعيب مشتقات الزئبق العضوية إنها سامة للإنسان والثدييات حيث وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٢٤مجم/ كجم ولذا المركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالية على إنه شديد الضرر جداً (Ia).

ثانياً : مشتقات الزرنيخ

١ - أنسار Disodium methanearsonate (DSMA) Ansar

$$CH_3\text{-}AsO_3Na_2.6H_2O$$

يعتبر المركب أحد أملاح حامض الميثايل زرنيخوز Methylarsonic acid والذي يذوب في الماء بنسبة ٢٧٩جرام/ كيلوجرام. ويعتبر مركب DSMA مبيد اختياري يطبق بعد الانبثاق و يحدث تأثيره بالملامسة وعن طريق خواصه الجهازية ضد حشيشة ذيل القط وكذلك الأعشاب في القطن، الموالح والأراضي غير

المزروعة. كما إنه يستخدم أيضا ضد الحشائش النجيلية في حدائق الفاكهة وعلى حواف المصارف وقنوات الري. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ١٨٠٠مجم/ كجم وهو مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). والمركب له أسماء تجارية عديدة مثل Namate، Dinate، وVersar.

٢- ميثان زرنيخات الألكايل أمونيوم Alkylammonium Methanearsenate

$$CH_3As(O)(OH)_2$$

حامض ميثان زرنيخيك

وهو مشتق ألكيل أمين لحامض ميثان زرنيخيك وهذه الأملاح تذوب في الماء وقد وجد أن الأمينات المحتوية على سلسلة كربونية طولها من ٦-١٤ ذرة كربون تعطى مشتقات ميثان زرنيخات أكثر فاعلية أربعة مرات تقريبا عن الأنسار.

٣- ألكان زرنيخات الكالسيوم

٤- أملاح ميثان زرنيخات المعادن الثقيلة

٥- حمض ثاني ميثايل الزرنخيك Dimethylarsinic acid

$$(CH_3)_2As(O)OH$$

Dimethylarsinic acid

وهو عبارة عن حامض الكاكوديليك وأملاحه Cacodylic acid & Salts. تم رصد الخواص الإبادية لهذا المركب بواسطة العالمان Mowev وCornman عام ١٩٥٩م كمبيد حشائش غير متخصص لمكافحة الحشائش بعد انبثاقها في الأراضي غير المزروعة، لقتل الأشجار غير المرغوب فيها وكذلك كمادة مسقطة للأوراق في حقول القطن. ويجهز المركب تجاريا في صورة محاليل مركزة و تحت اسم Leaf-All، Phytar، وCotton Aide . وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٧٠٠مجم/ كجم و هو مصنف من قبل منظمة الصحة العالية على إنه قليل الضرر (III).

ثانياً : مشتقات حامض الفوسفوريك

١ - دي إم بي إيه DMPA

DMPA

O -2,4-dichlorophenyl O -methyl isopropylphosphoramidothioate

وهو مبيد حشائش متخصص ضد الحشائش الحولية صغيرة البذور، أما تأثيره على الحشائش المعمرة النجيلية الأخرى فقليل. ومن أسمائه التجارية زيترون Zytron.

٢- بنسيوليد Bensulide

Bensulide

O,O-di-isopropyl S-2-phenylsulfonylaminoethyl phosphorodithioate

يُعد البنسيوليد من مركبات الفوسفور العضوية وهو مبيد حشائش اختياري ويمتص من خلال أسطح الجذور وكمية صغيرة تمتص بواسطة الجذور ولكن دون أن ينتقل البنسيوليد إلى الأوراق، بينما نواتج هدمه يمكنها الانتقال إلى الأوراق. ويحدث البنسيوليد تأثيره السام عن طريق تثبيط تخليق الدهون وتثبيط الإنبات. ويطبق البنسيوليد قبل الانبثاق وقبل الزراعة ضد الحشائش الحولية والحشائش عريضة الأوراق في محاصيل القطن، الكرنب والخس. ومن الأسماء التجارية للمركب Betasan، Bensumac، Disan، وPrefar. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٣٦٠ مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه متوسط الضرر (II). ويتحطم المركب ميكروبياً ببطء و تراوح قيمة DT_{50} في التربة من ١-٦ شهور.

(٣ , ٤ , ٢ , ٥) مبيدات الحشائش العضوية Organic Herbicides

تشمل مبيدات الحشائش العضوية مجموعة كبيرة من المركبات المتباينة في تركيبها الكيميائي وفى نشاطها الإبادي، فبعضها يستخدم كمبيدات حشائش عامة أو غير متخصصة Non-selective Herbicides، وبعضها كمبيدات حشائش اختيارية Selective Herbicides، كما أن بعضها يستخدم قبل الانبثاق Pre-emergence وبعضها بعد الانبثاق Post-emergence، بعضها متخصص على الحشائش ذات الفلقة الواحدة وأخرى متخصصة على الحشائش ذات الفلقتين. وفيما يلي أهم المبيدات المستخدمة حاليا في مكافحة الحشائش.

أولاً : المبيدات العامة أو غير المتخصصة Nonselective Herbicides

١- بيوتيليت Butylate

$$[(CH_3)_2CHCH_2]_2NC(O)SCH_2CH_3$$

Butylate
S-ethyl di-isobutylthiocarbamate

يتبع البيوتيليت مجموعة الثيوكاربامات ويحدث تأثيره السام في الحشائش عن طريق تثبيط تخليق الدهون بها. والمبيد ذات تأثير جهازي يمتص بواسطة الجذور والأوراق الحديثة ولذا المبيد سام للحشائش في مرحلة الإنبات ويقوم بتثبيط المناطق المرستيمية والإنبات. وعادة يستخدم المركب قبل الزراعة مباشرة لمكافحة الحشائش الحولية عريضة ورفيعة الأوراق في حقول الذرة والأناناس وله تأثير لا بأس به في مقاومة السعد، كما يمكن خلطه مع التربة قبل الزراعة. وتتحمل نباتات الذرة المركبات التي تتبع مجموعة الثيوكاربامات وذلك بسبب أكسدتها إلى السلفوكسيد والسلفون ثم ترتبط مع الجلوتاثيون. ويستخدم البيوتيليت بمعدل ٣-٤ كجم مادة فعالة (م٠ف)/ هكتار والتجهيزات التجارية تكون في صورة مركز قابل للاستحلاب (٧٢٠جم م٠ف/ لتر) أو محببات ويسوق تجارياً تحت اسم Plus Sutan، كما توجد منه مستحضرات مخلوطة مع مبيدات أخرى مثل

الأترازين ويسوق تحت اسم Sutazine. وتبلغ قيمة LD50 للفئران عن طريق الفم أكبر من ٣٥٠٠ مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). ويتحطم المركب في التربة ميكروبياً ويتحول إلى ثاني أكسيد الكربون، الإيثايل مركبتان و ثاني بيوتيل أمين و تتراوح قيمة DT_{50} في التربة من ١,٥-١٠ أسابيع.

٢- دايكوات Diquat

N+ N+ 2Br-

Diquat
1,1'-ethylene-2,2'-bipyridyldiylium dibromide

يُعد الدايكوات أحد أفراد مجموعة ثاني البريديليوم وهو مبيد بالملامسة مع بعض التأثير الجهازي ويمتص المبيد بسرعة عن طريق الأنسجة الخضرية للنبات وسرعان ما تموت هذه الأنسجة بتعرضها للضوء. ويحدث المركب تأثيره السام في الحشائش عن طريق تكوين فوق الأكسيد أثناء عملية البناء الضوئي مما يؤدي إلى تحطم الأغشية الخلوية والسيتوبلازم. وعادة يستخدم هذا المبيد لقتل الحشائش برشه على نمواتها الخضرية التي تنبت عقب رية كاذبة قبل الزراعة، كما يستخدم قبل الحصاد كمسقط ومجفف للأوراق قبل حصاد القطن، الكتان، دوار الشمس، فول الصويا، البازلاء والفاصوليا. كما يستخدم الدايكوات لمكافحة الحشائش عريضة الأوراق في الكروم، الفواكه، الموالح، الزيتون والحوليات. ويستخدم الدايكوات بمعدل ٤٠٠-١٠٠٠ جرام م٠ف/ هكتار وهو يجهز تجاريا في صورة محلول مركز (١٤٠ أو ٢٠٠ جم م٠ف/ لتر) نظراً لذوبانه في الماء وله أسماء تجارية عديدة منها Pathclear، Reglon، Cleansweep وDesiquat. وتنخفض فعالية المبيد عند ملامسته للتربة نظرا لشدة ادمصاصه على حبيبات التربة حيث يصبح ممسوكا بها بقوة لا تمكنه من الوصول إلى

النبات. وفي حالة المبيد غير المدمص بحبيبات التربة فإنه يتحطم بسرعة بفعل الكائنات الحية الدقيقة وعندها تبلغ قيمة DT_{50} أقل من أسبوع. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم أكبر من ٤٠٨ مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه متوسط الضرر (II).

٣- الباراكوات Paraquat

$$CH_3-N^+ \bigcirc - \bigcirc N^+-CH_3 \quad 2\,Cl^-$$

Paraquat
1,1′-dimethyl-4,4′-bipyridinediium dichloride

يوجد المركب في صورة ملح الكلوريد أو الكبريتات و هو يذوب في الماء بمعدل ٦٢٠ جرام/ لتر. ويعتبر الباراكوات مبيد غير اختياري له تأثير بالملامسة إلا إنه ينتقل قليلا داخل النبات ويحدث تأثيره السام ضد الحشائش عن طريق تكوين فوق الأكسيد أثناء عملية البناء الضوئي مما يؤدي إلى تحطم الأغشية الخلوية والسيتوبلازم. والمركب فعال له مدى واسع ضد الحشائش عريضة الأوراق، لكنه أكثر فعالية ضد الحشائش النجيلية في بساتين الفاكهة، الزيتون، البصل، بنجر السكر ونخيل جوز الهند. كما يستخدم كمبيد عام في الأراضي غير المزروعة والمهملة، كمادة مسقطة للأوراق في القطن، كمادة مجففة للأوراق في زراعات الأناناس و ضد الحشائش المائية. ويجهز الباراكوات تجاريا في صورة مستحضر مركزات قابلة للذوبان (٢٠٠ جم م٠ف/ لتر) وتحت أسماء تجارية عديدة منها Total، Herbaxon، Efoxon، Gramoxone و Weedless. وتنخفض فعالية المبيد عند ملامسته للتربة نظرا لشدة ادمصاصه على حبيبات التربة حيث يصبح ممسوكا بها بقوة لا تمكنه من الوصول إلي النبات. وفي حالة المبيد غير المدمص بحبيبات التربة فإنه يتحطم بسرعة بفعل الكائنات الحية الدقيقة وعندها تبلغ قيمة DT_{50} أقل من أسبوع. وتتراوح قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ١٢٩-١٥٧ مجم/ كجم و هو مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه متوسط الضرر (II). ونظراً لسمية الباراكوات العالية مقارنة بالدايكوات فقد تم إيقاف استخدامه في عدد من الدول.

وتمتاز أملاح ثاني البريديليوم ببعض الخواص الكيميائية وهي :

١- تُعد أملاح ثاني البريديليوم أملاح حقيقية تذوب في الماء وهي ثابتة في الوسط الحامضي وغير ثابتة في الوسط القلوي.

٢- سهولة اختزال هذه الأملاح من الأمور الهامة جدا في فهم النشاط الفسيولوجي العالي لهذه المركبات ضد النباتات الخضراء.

٣- وجود الشحنات الموجبة على سطح الجزيء مما يسهل من ادمصاصها بقوة على حبيبات التربة وبالتالي تقل فعالية هذه المركبات ولكن هذه الشحنات تساعد على التصاق المركب بسطح النبات السالب الشحنة وبالتالي فان تساقط الأمطار أو هبوب الرياح لا يؤثر على كفاءتها.

٤- يعتمد التأثير السريع لهذه المركبات إلى حد كبير على شدة الضوء حيث أن هناك ارتباط موجب بين شدة الضوء وفعالية هذه المركبات وكذلك نفس الارتباط مع درجة الحرارة.

٥- هذه المركبات تسبب تآكل للأواني المعدنية نظرا لميلها للارتباط بالمعادن الثقيلة ولذا يضاف أثناء تجهيز هذه المبيدات بعض المواد المانعة للتآكل.

٤- دايورون Diuron

Cl — (ring) — NHCON$(CH_3)_2$
Cl

Diuron

3,4-dichlorophenyl)-1,1-dimethylurea)3-

يُعد الدايورون أحد مشتقات اليوريا له تأثيراً جهازياً و يحدث تأثيره السام ضد الحشائش عن طريق تثبيط انتقال الإلكترونات في عملية التمثيل الضوئي. ويستخدم الدايورون للسيطرة الكاملة على الأعشاب والأشنات في الأراضي غير المزروعة، كما إنه اختياري لمكافحة النجيل والحشائش عريضة الأوراق في كثير من المحاصيل والفاكهة، الكروم، الزيتون، القطن والبقوليات. ويسوق المبيد في صورة مسحوق قابل للبلل وركز

قابل للتعلق تحت اسم كارمكس Direx، Dynex، Karmex و Seduron. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٣٤٠٠مجم/ كجم ولذا المركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). و يحتفظ المركب بنشاطه في التربة لمدة تصل إلى ٤-٨ شهور إلا إنه يتحطم بفعل أنزيمات وميكروبات التربة حيث يحدث للمركب إزالة لمجموعة الميثايل الموجودة على ذرة النيتروجين N-demethylation وكذلك إضافة مجموعة هيدروكسيل على حلقة الفينايل. وتبلغ قيمة DT_{50} في التربة حوالي ٩٠-١٨٠ يوماً.

وهناك مبيدات حشائش أخرى تتبع مجموعة اليوريا مثل كوتوران، ميتوبروميورون، لنيورون، مونولنيورون و مونيورون.

٥- إبتك EPTC

$$[CH_3(CH_2)_2]_2NC(O)SCH_2CH_3$$

EPTC
S-ethyl dipropylthiocarbamate

يتبع المركب مشتقات الثيوكاربامات حيث يمتص عن طريق الجذور والمجموع الخضري وينتقل لجميع أجزاء النبات أي أن المركب جهازي فيقتل البادرات عند إنباتها، كما يمنع ويوقف نمو البراعم الموجودة على الأجزاء المدفونة تحت التربة من الحشائش ثنائية الحول. فالمبيد يحدث تأثيره السام عن طريق تثبيط تخليق الدهون في الحشائش. ويوصى باستخدام المبيد قبل الزراعة خلطاً مع التربة بمعدل ٣-٦ كجم م٠ف/ هكتار لمكافحة الحشائش الحولية وثنائية الحول وبعض الحشائش عريضة الأوراق في البطاطس، الموز، الفول، محاصيل العلف، بنجر السكر، البرسيم، الذرة، القطن، الموالح والشليك. ومستحضراته التجارية مجهزة في صورة مركزات قابلة للاستحلاب ومحببات والاسم التجاري له هو Eradicane، Eptam وEradicane. وتصل قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم لأكبر من ٣٤٠٠مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه متوسط الضرر (II). ويتحطم المركب ميكروبياً بسرعة في التربة إلى متبقيات المركبتان، الأمين و ثاني أكسيد الكربون وتبلغ قيمة DT_{50} في التربة الرطبة الدافئة حوالي ٤-٦ أسابيع.

٦- جليفوسيت Glyphosate

$$HO_2CCH_2NHCH_2\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{P}(OH)_2$$

Glyphosate
N-(phosphonomethyl)glycine

يتبع الجليفوسيت مشتقات الجليسين وهو يذوب في الماء بمعدل ٦,١١جرام/ لتر والمركب غير متطاير ولا يتحطم ضوئياً. ويوجد المبيد في صورة الملح الصوديومي، الأمونيومي، الأيزوبروبيل أمين والسلفونيوم ثلاثي الميثايل. ويعتبر الجليفوسيت مبيد غير اختياري له صفة الجهازية ويستخدم رشا على الحشائش النامية قبل الزراعة حيث يمتص بواسطة النموات الخضرية وينتقل خلال باقي أنسجة وأجزاء النبات فيحدث تأثيره السام عن طريق تثبيط الأنزيم المسئول عن تكوين الأحماض العطرية المعروف باسم حمض الإشكيميك-5 Enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (EPSPS). الجليفوسيت فعال جداً في مكافحة الحشائش الحولية، ثنائية الحول وعريضة الأوراق حيث يستخدم بمعدل ٥,١-٢كجم/ هكتار إما قبل الحصاد أو بعد الزراعة وقبل الانبثاق في محاصيل الحبوب، الفول وقد يستخدم بالرش الموجه بمعدل ٣,٤كجم/ هكتار في مزارع الزيتون والكروم والنخيل لمكافحة النجيل. ويستخدم أيضا الجليفوسيت في مكافحة الحشائش في المناطق المهجورة، الغابات، المصانع و جنبات الطرق و طرق السكك الحديدية. والمستحضرات التجارية للجليفوسيت عبارة عن محببات ذائبة في الماء ومركزات قابلة للذوبان في الماء. والأسماء التجارية لهذا المبيد هي : Glyphogan، Glyphomax، Touchdown، Sting، Rodeo، Roundup و Herba Z. وتصل قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٥٦٠٠ مجم/ كجم والمركب مصنف على إنه قليل الضرر من قبل منظمة الصحة العالمية (III).

٧- جلوفوسينات Glufosinate

$$CH_3P(=O)(O^-)CH_2CH_2CH(NH_2)CO_2H \quad NH_4^+$$

Glufosinate
ammonium 4-[hydroxy(methyl)phosphinoyl]-DL-homoalaninate

يتبع الجلوفوسينات مشتقات حامض الفوسفينيك وهو مبيد غير اختياري له تأثير بالملامسة مع بعض التأثير القليل كمبيد جهازي حيث يحدث الانتقال فقط خلال الأوراق وبالدرجة الأولى من قاعدة الورقة لقمتها. ويحدث الجلوفوسينات تأثيره السام في النباتات المرشوشة به عن طريق تثبيط الأنزيم الذي يخلق الحامض الأميني الجلوتامين Glutamine synthetase مما يؤدي إلى تراكم أيون الأمونيوم فتتوقف عملية البناء الضوئي. ويجهز المبيد الموجود على هيئة مركزات ذائبة في صورة الملح الأمونيومي لمكافحة الحشائش الحولية عريضة ورفيعة الأوراق والنجليات في بساتين الفاكهة، مزارع العنب، مزارع نخيل الزيوت، كما يستخدم قبل الانبثاق في محاصيل الخضر. والاسم التجاري للجلوفوسينات Touchweed، Liberty وChallenge. وتصل قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٢٠٠٠ مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III).

٨- نورفلورازون Norflurazon

CH₃NH—pyridazinone ring (N=, N—, Cl, =O) — phenyl—CF₃

Norflurazon
4-chloro-5-methylamino-2-(α,α,α-trifluoro-m-tolyl)pyridazin-3(2H)-one

يتبع مبيد النورفلورازون مجموعة بيريدازينون Pyridazinone وهو مبيد اختياري وهو يمتص بواسطة الجذور وينتقل من أسفل لأعلى عبر اللحاء فيسبب ابيضاض للعروق الوسطى Evital. وأنسجة الساق في الشتلات مما يؤدي إلى النخر والموت. ويحدث النورفلورازون تأثيره السام عن طريق تثبيط إنتاج المواد الكاروتينية وبالتالي يؤثر على التخليق الضوئى. ويستخدم المبيد قبل الانبثاق ضد الحشائش النجيلية والسعد وكذلك الحشائش عريضة الأوراق حيث يستخدم بمعدل ٥, ٠-٢ كيلوجرام/ هكتار في القطن، فول الصويا والفول السوداني، وبمعدل ٥, ١-٤كيلوجرام/ هكتار في الموالح، الكروم والفواكه ذات النواة الحجرية. يسوق المركب تجاريا في صورة محببات قابلة للتعلق و مساحيق قابلة للبلل (٨٠٠ جم م٠ف/ كجم) تحت اسم Solicam أو Zorial أو في صورة محبب (٥٠ جم م٠ف/ كجم) تحت اسم Evital. وتصل قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم لأكبر من ٥٠٠٠ مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). ويختفي المركب من التربة عن طريق التحطم الضوئي والتطاير وتتراوح قيمة DT_{50} في التربة ٦-٩شهور.

٩- سيمازين Simazine

$$\text{Cl-C}_3\text{N}_3(\text{NHCH}_2\text{CH}_3)_2$$

Simazine
6-chloro-N^2,N^4-diethyl-1,3,5-triazine-2,4-diamine

ينتمي مبيد السيمازين لمجموعة مبيدات ثلاثية النيتروجين Triazine والمركب اختياري له خصائص جهازية يمتص أساساً عن طريق المجموع الجذري وكذلك الأوراق وينتقل من أسفل لأعلى فيتراكم في القمة المرستيمية. ويحدث السيمازين تأثيره السام عن طريق تثبيط نقل الإلكترونات في عملية البناء الضوئي. ويوصى باستخدام

المركب لمكافحة الحشائش النجيلية الحولية وكذلك الحشائش عريضة ورفيعة الأوراق في الفواكه ذات النواة الحجرية، الموالح، الشليك، النقل، الزيتون، الأناناس، الخرشوف، قصب السكر والذرة. ويوصى أيضا باستخدام السيمازين قبل الانبثاق وذلك في الحقول المعدة لزراعة المحاصيل عميقة الجذور. والمركب شائع الاستخدام بكثرة في حقول الذرة نظراً لأن الذرة يستطيع أن يحول المبيد بواسطة أنزيم β-oxidase إلى مادة غير سامة للذرة، بينما يكون المبيد فعال الحشائش النامية في حقول الذرة وذلك لعدم احتواء الحشائش لهذا الأنزيم. ويسمح باستخدام هذا المركب في أمريكا لمكافحة النموات الخضراء والطحالب في المزارع السمكية. والصورة التجارية أما في صورة مسحوق قابل للبلل (٥٠٠ و ٨٠٠ جم م٠ف/ كجم) أو محببات أو في معلقات مركزة والاسم التجاري له Sanasim، Amizina، Gesatop وTafazine. وتصل قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم لأكبر من ٥٠٠-١٠٠٠٠ مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). ويختفي المركب من التربة عن طريق التحطم الضوئي والتطاير وتصل قيمة DT_{50} في التربة ٢٧-١٠٢ يوماً.

١٠- ترايفلورالين Trifluralin

$$F_3C-C_6H_2(NO_2)_2-N(CH_2CH_2CH_3)_2$$

Trifluralin
α,α,α-trifluoro-2,6-dinitro-N,N-dipropyl-p-toluidine

يعتبر مبيد الترايفلورالين مبيد اختياري يستخدم بمعدل ٠,٥-١ كيلوجرام م.ف/ هكتار رشاً على التربة ثم تخلط التربة لمنع تحطمه بفعل الأشعة فوق البنفسجية. ويحدث المركب تأثيره السام عن طريق تثبيط تجمع الأنابيب الدقيقة والتداخل في منطقة السويقة الجنينية فيؤثر على عمليات نمو وانقسام خلايا البادرات فيقتلها. ويستخدم

المبيد قبل الانبثاق لمكافحة عديد من الحشائش عريضة الأوراق والنجليات الحولية في بعض المحاصيل الحقلية والخضروات مثل القطن، الفاصوليا، الكرنب، القرنبيط، الخس، الجزر، البصل، الثوم، الفول السوداني وفى حدائق الفاكهة ونباتات الزينة. كما يستخدم خلطاً مع اللينورون أو الأيزوبروتيورون لمكافحة الحشائش النجيلية الحولية والعريضة الأوراق في محاصيل الحبوب. ويجهز الترايفلورالين تجاريا في صورة مركزات قابلة للاستحلاب أو محببات ويسوق تجاريا تحت اسم، Elancolan، Eflurin، Treflan Triflurexو Trifsan. وتصل قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم لأكبر من ٥٠٠٠ مجم/كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). و يدمص المركب بواسطة حبيبات التربة ولذا فهو مقاوم لعمليات الغسيل الرأسي Leaching وقليلاً ما يحدث له حركة أفقية Run-off وتتراوح قيمة DT_{50} في التربة ٥٧-١٢٦ يوماً.

١١- إيمازابير Imazapyr

Imazapyr
2-(4-isopropyl-4-methyl-5-oxo-2-imidazolin-2-yl)nicotinic acid

يتبع المركب مجموعة الإيمدازولينون Imidazolinon وهو مجهز في صورة ملح الأيزوبروبيل أمونيوم ويقوم المركب بتثبيط أنزيم أسيتولاكتيت سينزيز (ALS) وهو الأنزيم الذي يقوم بتخليق الأحماض الأمينية المتفرعة مثل الفالين، الليسين والأيزوليسين وبالتالي يحدث خللاً في تخليق البروتين والتداخل في تخليق DNA و نمو الخلايا فيؤدي ذلك إلي اصفرار ونخر أنسجة الحشائش المرشوشة. و يعتبر المركب غير اختياري ويمتص خلال الأوراق والجذور حيث ينتقل عن طريق اللحاء والفلين إلى المناطق المرستيمية فيتراكم بها. و يمكن استخدام المركب قبل أو بعد الانبثاق لمكافحة

الحشائش رفيعة الأوراق الحولية وثنائية الحول وكذلك نبات السعد والحشائش عريضة الأوراق. هذا ويمكن استخدام المركب في المناطق غير المزروعة مثل المناطق الصناعية، طرق السكك الحديدية و قنوات الصرف بمعدل ٢٥ , ٠-٧ , ١كيلوجرام (م.ف)/ هكتار لمكافحة الحشائش العشبية. ويسوق المركب تجارياً تحت اسم Arsenal، Stalker، Chopper و Assault في صورة مركزات قابلة للاستحلاب، محببات و مركزات قابلة للذوبان في الماء. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب على الفئران عن طريق الفم لأكبر من ٥٠٠٠ مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). ويمتد النشاط الإبادي للمركب في التربة لفترة من ٦ شهور إلى سنتين في المناخ المعتدل، بينما النشاط يمتد من ٣-٦ شهور في المناخ القاري.

ثانياً : المبيدات الاختيارية المستخدمة في مكافحة الحشائش عريضة الأوراق

١- بروموكسينيل Bromoxynil

CN, Br, Br, OH

Bromoxynil
3,5-dibromo-4-hydroxybenzonitrile

يتبع البروموكسينيل مجموعة الهيدروكسي بنزونيتريل Hydroxybenzonitrile وهو مبيد اختياري يعمل بالملامسة وبعض من التأثير الجهازي ويحدث سميته للحشائش عن طريق تثبيط نقل الإلكترونات في عملية البناء الضوئي وكذلك بمنع عملية الازدواج في الأكسدة التنفسية. ويستخدم المبيد قبل الانبثاق لمكافحة الحشائش عريضة الأوراق خاصة الزربيح والجعضيض والجرجير البرى وعين القط وكذلك الحشائش الصغيرة من العائلة المركبة في محاصيل الحبوب، البصل والثوم. ويسوق

تجاريا في صورة مركزات قابلة للاستحلاب، مساحيق قابلة للبلل ومعلقات مركزة ويباع تحت عدة أسماء تجارية مثل Brominal، Bromoxinal و Pardner. وتصل قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ١٩٠ مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه متوسط الضرر (II). وتبلغ قيمة DT_{50} في التربة حوالي ١٠ أيام.

٢- أيوكسينيل Ioxynil

Ioxynil
4-hydroxy-3,5-di-iodobenzonitrile

يتبع الأيوكسينيل مجموعة مشتقات الهيدروكسي بنزونيتريل التي تثبط الانتقال الإلكتروني في عملية البناء الضوئي وكذلك منع عملية الازدواج في الأكسدة التنفسية. والمركب يحدث تأثيره بالملامسة مع بعض الخصائص الجهازية حيث يمتص بواسطة الأوراق مع انتقال محدود. ويستخدم الأيوكسينيل وأملاحه وإستراته قبل الانبثاق لمكافحة أنواع عديدة من الحشائش الحولية عريضة الأوراق في محاصيل القمح والشعير والشوفان والمسطحات الخضراء بعد الإنبات وغالباً ما يستخدم المركب مختلطاً مع مبيدات الحشائش الأخرى لزيادة الفعالية وتوسيع مدى عمليات المكافحة ضد الحشائش المختلفة. ومستحضراته التجارية تكون في صورة مركزات قابلة للذوبان في صورة ملح صوديومي أو في صورة مركز قابل للاستحلاب إذا كان موجودا في صورة أوكتانويك إستر أو أمينات ذائبة في في الماء أو الزيت والاسم التجاري له هو Certrol أو Actril أو Totril. ويمكن خلط المركب مع البروموكسينيل لمكافحة الحشائش في الحبوب وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ١١٠ مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه متوسط الضرر (II). وتتراوح قيمة DT_{50} في التربة حوالي ١٠ أيام.

٣- مبيد ٢ , ٤ - د 2,4-D

$$Cl-C_6H_3(Cl)-OCH_2CO_2H$$

2,4-D
2,4-dichlorophenoxy)acetic acid)

يُعد هذا المبيد من أقدم المبيدات المتخصصة في مكافحة الحشائش عريضة الأوراق وهو يتبع مجموعة مشتقات الفينوكسى حامض الخليك أو مجموعة Aryloxyalkanoic acid. ويعتبر المركب ذات تأثير جهازي حيث تمتص أملاحه بسهولة بواسطة الجذور، بينما مستحضراته المجهزة في صورة إسترات تمتص بسهولة عن طريق الأوراق وفي جميع الأحوال يحدث تراكم للمركب في المناطق المرستيمية في الجذر والساق. وترجع الاختيارية إلى الفروق المورفولوجية بين الحشائش عريضة الأوراق والنباتات الاقتصادية رفيعة الأوراق حيث أن النباتات رفيعة الأوراق تحتوي على أسطح أوراقها الرفيعة شعيرات دقيقة تساعد على انزلاق قطرات سائل الرش وعدم استقرارها عليها، كما أن شكل هذه الأوراق المستطيلة المستدقة والتي تأخذ شكل الغمد يجعل كمية سائل الرش المحتوى على المبيد التي تستقر عليها صغيرة جدا. ويعتبر المركب من منظمات النمو Growth regulators ومن الأوكسينات الصناعية حيث يشابه فعل إندول حامض الخليك. ويجهز مركب 2,4-D في صورة مستحضرات مركزات قابلة للاستحلاب، محببات، مساحيق قابلة للذوبان و مركزات قابلة للذوبان على هيئة أملاح أهمها ملح الأمونيوم أو الأمين أو ملح الصوديوم أو في صورة إسترات لزيادة قدرة المركب على الذوبان في الشموع وبالتالي تسهيل اختراقه لأسطح النباتات عريضة الأوراق. ويستخدم هذا المبيد في حقول القمح والشعير والذرة لمكافحة الحشائش عريضة الأوراق الحولية وثنائية الحول، كما يستخدم المركب لمكافحة الحشائش المائية. والجدير بالذكر هنا إنه يجب استخدام التركيزات الموصى من المبيد لأن التركيزات المنخفضة من المبيد سوف تشجع من نمو الحشائش المرشوشة به وذلك لكون

المبيد من منظمات النمو. ويمكن استخدام المبيد المجهز في صورة أستر الأيزوبروبيل كمنظم للنمو في بساتين الموالح لمنع تساقط الثمار غير الناضجة. ويسوق المركب تجارياً تحت اسم For-ester، Dacamine، Capri، Agricorn D و Kay-D. وتصل قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٦٣٩-٧٦٤ مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه متوسط الضرر (II). ويتحطم المركب ميكروبياً في التربة حيث يحدث للمركب إضافة مجموعة هيدروكسيل، إزالة مجموعة الكربوكسيل، كسر سلسلة الحامض الجانبية و فتح حلقة الفينايل. وتبلغ قيمة DT_{50} في التربة لأقل من٧ أيام.

٤- إم سي بي أيه MCPA

Cl — $C_6H_3(CH_3)$ — OCH_2CO_2H

MCPA

(4-chloro-2-methylphenoxy)acetic acid

وهو يتبع مجموعة مشتقات الفينوكسى حامض الخليك وهو يشبه 2,4-D حيث يعتبر المركب ذات تأثير جهازي حيث تمتص أملاح المبيد بسهولة بواسطة الجذور، بينما مستحضراته المجهزة في صورة إسترات تمتص بسهولة عن طريق الأوراق وفي جميع الأحوال يحدث تراكم للمركب في المناطق المرستيمية في الجذر والساق. ويستخدم المبيد بعد الانبثاق لمكافحة الحشائش عريضة الأوراق الحولية وثنائية الحول في الحبوب، الكتان، الكروم، البطاطس. كما يمكن استخدام المركب لمكافحة الحشائش على حواف وجوانب الطرق، الأعشاب الخشبية في الغابات والحشائش المائية. ويجهز المركب في صورة مركزات قابلة للاستحلاب، مركزات قابلة للذوبان ومساحيق قابلة للذوبان ويسوق تجاريا تحت اسم Selectyl، Meadowman، Agricorn، Agro one و Phenoxylene plus. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٧٠٠-١١٦٠ مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). ويحتفظ المركب بنشاطه في التربة مدة تصل ٣-٤ شهور إذا ما تم تطبيقه بمعدل ٣ كيلوجرام/ هكتار، وتبلغ قيمة DT_{50} في التربة أقل من ٧ أيام.

٥- ميكوبروب Mecoprop

Mecoprop
(RS)-2-(4-chloro-o-tolyloxy)propionic acid

يُعد ميكوبروب أحد مشتقات الفينوكسى حامض الخليك وهو مشابه لمركب 2.4-D فهو مبيد اختياري وجهازي يمتص بواسطة الأوراق وينتقل إلى الجذور. ويعتبر المشابه isomer (+)-(R) هو الفعال كمبيد لمكافحة الحشائش عريضة الأوراق في محاصيل الحبوب، أشجار الفاكهة والكروم وكذلك لمكافحة الحميض في المراعي. وعادة يستخدم الميكوبروب مخلوطا مع مبيدات أخرى لزيادة نطاق الفعالية ضد هذه الحشائش في محاصيل الحبوب كالقمح، الشعير، الشوفان والذرة. ويجهز المركب في صورة ملح ثاني إيثانول أمين أو ثاني إيثايل أمين أو الملح البوتاسيومي أو إسترات البوتايل أو الأيزوأوكتايل على هيئة مركزات قابلة للاستحلاب أو مركزات ذائبة والاسم التجاري له هو Mega P، Compitox، Actril M، Iso-Cornox و Propal. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٩٣٠-١١٦٦ مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). وتتراوح قيمة DT_{50} في التربة من ٧-١٣ يوماً.

٦- دايكامبا Dicamba

Dicamba
3,6-dichloro-2-methoxybenzoic acid

ينتمي هذا المبيد لمشتقات حامض البنزويك وهو اختياري وله خواص جهازية حيث يستخدم رشا على الأجزاء الخضرية أو التربة فيمتص بواسطة الأوراق أو الجذور وينتقل إلي جميع أجزاء النبات الأخرى من خلال اللحاء والخشب. وهو فعال في مكافحة الحشائش الحولية وثنائية الحول عريضة الأوراق في الحبوب والقصب. ويعتبر المركب من منظمات النمو والذي يشابه الأوكسينات في فعلها. وهو يجهز المبيد في صورة مركزات ذائبة أو صورة محببات على هيئة ملح ثاني ميثايل الأمونيوم، الملح البوتاسيومي والملح الصوديومي ويسوق تجاريا تحت اسم Banvel، Diptyl وSivel. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ١٧٠٧ مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). وتتراوح قيمة DT_{50} في التربة أقل من ١٤ يوم.

٧- دينوسب Dinoseb

OH
NO_2 — (ring) — $CH-CH_2-CH_3$
CH_3
NO_2

Dinoseb
2-sec -butyl-4,6-dinitrophenol

وهو أحد مشتقات النيتروفينول ويستخدم لمكافحة الحشائش عريضة الأوراق في محاصيل الحبوب بعد الإنبات. كما يمكن استخدامه كمبيد عام بالملامسة في أشجار الفاكهة، العنب والبقوليات و لقتل عروق البطاطس وكمادة مجففة لمحاصيل الحبوب لتسهيل عمليات الحصاد. ويجهز المركب تجاريا في صورة مركزات قابلة للاستحلاب، محاليل مائية ومحاليل زيتية تحتوي على ملح الأمونيوم ليستخدم كمبيد اختياري في محاصيل التغطية، البصل والثوم أو في صور الملح الأميني لقتل البذور النامية في الطبقة السطحية من التربة وتحت اسم Premerge، Aretit و Ivosit. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٤٠-٦٠ مجم/ كجم.

٨- لينيورون Linuron

Cl — (حلقة بنزين، Cl) — $NHCON(CH_3)OCH_3$

Linuron

3-(3,4-dichlorophenyl)-1-methoxy-1-methylurea

يُعد مبيد اللينيورون اختياري ذات صفات جهازية يمتص أساساً بواسطة الجذور وينتقل من أسفل لأعلى عبر اللحاء وكذلك يمتص عن الطريق الأوراق. ويتبع المركب مشتقات اليوريا حيث يحدث تثبيطاً لعملية الانتقال الإلكتروني في البناء الضوئي. ويستخدم اللينيورون قبل وبعد الانبثاق ضد الحشائش النجيلية الحولية وكذلك الحشائش عريضة الأوراق وبعض بادرات الحشائش ثنائية الحول والتي تنتشر في حقول الأسبرجلس، الخرشوف، الجزر، الكرفس، البصل، البطاطس، الحبوب، القطن والكروم. و يجهز المركب في صورة مركزات قابلة للاستحلاب، مركزات قابلة للذوبان ومساحيق قابلة للبلل ويسوق تجاريا تحت اسم Afalon، Linex، Lorox، Linurex وSiolcid. وتتراوح قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم من ١٥٠٠-٤٠٠٠ مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). ويختفي المركب أساساً من التربة عن طريق التحطم الميكروبي وتتراوح قيمة DT_{50} في التربة حوالي ٣٨-٦٧ يوماً.

٩- ميتوكسيورون Metoxuron

CH_3O — (حلقة بنزين، Cl) — $NHCON(CH_3)_2$

Metoxuron

3-(3-chloro-4-methoxyphenyl)-1,1-dimethylurea

يُعد مبيد الميتوكسيورون أحد مشتقات اليوريا والذي يحدث تأثيره السام على النباتات المرشوشة بتثبيط عملية الانتقال الإلكتروني في البناء الضوئي. ويعتبر المبيد اختياريا وجهازياً حيث يمتص عن طريق الأوراق والجذور ويطبق الميتوكسيورون قبل أو بعد الانبثاق لمكافحة الحشائش رفيعة وعريضة الأوراق في حقول محاصيل الحبوب ويستخدم بنجاح في حقول القمح الشتوي وبعض أنواع القمح الربيعي بعد الإنبات بمعدل ٤, ٢-٤ كيلوجرام(م.ف)/ هكتار. كما يمكن استخدام المبيد كمادة مسقطة للأوراق في الكتان والطماطم. ويجهز المركب في صورة محببات، مركزات قابلة للذوبان، مساحيق قابلة للبلل و محببات قابلة للتعلق حيث يتواجد في الأسواق تحت أسماء عديدة منها Investt، Deftor، Dosanex و Sulerex. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم من ٣٢٠٠ مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). ويختفي المركب أساساً من التربة عن طريق التحطم الميكروبي وتتراوح قيمة DT_{50} في التربة حوالي ١٠-٣٠يوماً.

١٠- إيمازوسلفورون Imazosulfuron

Imazosulfuron
1-(2-chloroimidazo[1,2-a]pyridin-3-ylsulfonyl)-3-(4,6-dimethoxypyrimidin-2-yl)urea

تنتمي المركب لمجموعة السلفونيل يوريا حيث يمتص المركب عن طريق الجذور ثم تنتقل لجميع أجزاء النبات حيث يحدث تأثيره السام في الحشائش عريضة الأوراق عن تطبيق تثبيط أنزيم أسيتولاكتيت سينزيز (ALS) الذي يقوم بتخليق الأحماض الأمينية المتفرعة مثل الفالين، الليسين والأيزوليسين وبالتالي يحدث إيقاف لانقسام الخلايا ونمو النبات. ويمتص المركب خلال الأوراق والجذور حيث ينتقل

إلى جميع أجزاء النبات فيحدث تثبيط لنمو المجموع الخضري وإعاقة تطور الجذور. ويستخدم المركب لمكافحة معظم الحشائش عريضة الأوراق الحولية وثنائية الحول وكذلك حشيشة السعد في مشاتل الأرز. وترجع الاختيارية هنا إلى سرعة هدم مركبات اليوريا في المحاصيل الاقتصادية. ويسوق المركب تجارياً باسم Sibatito أو Takeoff في صورة محببات أو معلقات مركزة. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم أكبر من ٥٠٠٠ مجم/ كجم.

١١ - كلورسلفيورون Chlorsulfuron

$$\text{Cl-C}_6\text{H}_4\text{-SO}_2\text{NHCONH-(1,3,5-triazin-2-yl; 4-OCH}_3\text{, 6-CH}_3)$$

Chlorsulfuron
1-(2-chlorophenylsulfonyl)-3-(4-methoxy-6-methyl-1,3,5-triazin-2-yl)urea

يتبع الكلورسلفيورون المبيدات التي تنتمي إلى مشتقات السلفونيل يوريا حيث يحدث المركب تأثيره السام عن طريق عن تثبيط أنزيم أسيتولاكتيت سينزيز (ALS) الذي يقوم بتخليق الأحماض الأمينية المتفرعة مثل الفالين، الليسين و الأيزوليسين وبالتالي يحدث إيقاف لانقسام الخلايا ونمو النبات. والمبيد اختياري له خصائص جهازية يمتص عن طريق المجموع الخضري والجذور ويتنقل من أسفل لأعلى وكذلك باتجاه قاعدة النبات. ويوصى باستخدام المركب بمعدل ٩-٢٥جم/ هكتار لمكافحة معظم الحشائش عريضة الأوراق وبعض الحشائش رفيعة الأوراق في محاصيل القمح، الشعير، الشوفان، الكتان والأراضي غير المزروعة حيث يمكن تطبيق المركب قبل أو بعد الانبثاق أو قبل الزراعة أو بعد الزراعة مباشرة خلطاً مع التربة. وترجع اختيارية المركب إلى مقدرة المحاصيل الاقتصادية هدم المركب بسرعة. ويسوق المركب تجارياً تحت اسم Gelan أو Telar أو Granonet أو Lasher في صورة مستحضرات على هيئة محببات قابلة للتعلق في الماء. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٥٥٤٥ مجم/ كجم

والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). ويتحلل المركب بسرعة في التربة بفعل الكائنات الحية الدقيقة إلى نواتج هدم ذات وزن جزيئي صغير حيث يزداد معدل التحلل في التربة التي لها رقم حموضة منخفض. وتتراوح قيمة فترة نصف عمر المركب في التربة أثناء موسم نمو المحاصيل من ٤-٦ أسابيع.

ثالثاً : المبيدات الاختيارية المستخدمة في مكافحة الحشائش رفيعة الأوراق

١- ألاكلور Alachlor

CH_2CH_3 ; $COCH_2Cl$; N ; CH_2OCH_3 ; CH_2CH_3

Alachlor

2-chloro-2',6'-diethyl-N-methoxymethylacetanilide

يُعد هذا المبيد اختياري له خصائص جهازية ويتبع المركبات التي تنتمي إلى مجموعة الكلوروأسيتاميد Chloroacetamide وهو يمتص بواسطة سوق البادرات وينتقل إلي أوراقها وكذلك عن طريق الجذور وينتقل لكل أجزاء النبات فيتراكم في الأجزاء الخضرية والأجزاء التكاثرية حيث يحدث تأثيره السام بتثبيط تخليق البروتين و استطالة الجذور في الحشائش النجيلية وبعض الحشائش عريضة الأوراق التي تنتشر في محاصيل القطن، الذرة، القرنبيط، الكرنب، الفول السوداني، الفجل، فول الصويا و قصب السكر وذلك بعد تطبيق المبيد قبل انبثاق الحشائش بمعدل يتراوح بين ٦٨, ١-٤٨, ٤ كيلوجرام/ هكتار. ويجهز المركب في صورة مركزات قابلة للاستحلاب، محببات ومحببات قابلة للتعلق و الاسم التجاري له هو Lasso، Alanex، Lacorn، Cattch وTop 48. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب على الفئران عن طريق الفم من ٩٣٠-١٣٥٠ مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه شديد الضرر جداً (Ia). ويتحطم المركب بسرعة في التربة عن طريق التحطم الميكروبي وتتراوح قيمة DT_{50} في التربة من ١-٣٠يوماً.

٢- بنديمثالين Pendimethalin

Pendimethalin
N-(1-ethylpropyl)-2,6-dinitro-3,4-xylidine

ينتمي مبيد البنديمثالين لمجموعة ثاني نيتروأنيلين Dinitroaniline وهو مبيد اختياري يمتص عن طريق الأوراق والجذور فتموت النباتات المرشوشة به بعد فترة قليلة من الإنبات والظهور فوق سطح التربة حيث يحدث تأثيره بمنع تكوين الأنابيب الدقيقة. ويستخدم البنديمثالين ضد معظم الحشائش النجيلية وبعض الحشائش عريضة الأوراق ذات البذور الصغيرة مثل الزربيح. كما يستخدم المبيد قبل الإنبات بعد زراعة محاصيل الحبوب والأرز أو قبل الزراعة بخلطه بالطبقة السطحية من التربة في حالة الأرض المعدة لزراعة الفاصوليا، القطن، الفول السوداني وفول الصويا، بينما في حالة محاصيل الخضر فإنه يمكن استخدامه قبل الإنبات أو قبل الشتل. ويجهز المبيد تجاريا في صورة مركزات قابلة للاستحلاب (٣٣٠ أو ٥٠٠ جم م٠ف/ لتر) أو محببات (٣٠-١٠٠ جم/ كجم) والاسم التجاري له هو Stomp أو Prowl أو Herbaox. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ١٢٥٠ مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه متوسط الضرر (III). وتتراوح قيمة DT_{50} في التربة حوالي ٣-٤ شهور.

٣- دايكلوفوب – ميثايل Diclofop-methyl

Diclofop-methyl
(RS)-2-[4-(2,4-dichlorophenoxy)phenoxy]propionic acid

يُعد دايكلوفوب - ميثايل مبيد اختياري يستخدم أساسا لمكافحة الحشائش النجيلية الحولية في محاصيل القمح، الشعير، العدس و الكتان، ومكافحة الحشائش الحولية في الأراضي الضحلة. ويحدث المركب تأثيره السام عن طريق تثبيط الأحماض الدهنية وذلك بتثبيط أنزيم الأسيتايل كوأنزيم أيه كربوكسيليز (Acetyl CoA carboxylase (ACCase، علاوة على ذلك يجهز المركب في صورة مركزات قابلة للاستحلاب وتحت اسم Goe-Grass، Hoelon و Illoxan ويمكن خلطه مع البروموكسينيل والأيوكسينيل لمكافحة الحشائش عريضة الأوراق في نفس الوقت. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٤٨١-٦٩٣ مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه متوسط الضرر (III). وتتراوح قيمة DT_{50} في التربة حوالي ١-٥٧ يوم.

٤- فلوازيفوب - بيوتيل Fluazifop-butyl

$$F_3C - \text{(pyridyl)} - O - \text{(phenyl)} - O - \underset{H}{\overset{CH_3}{C}} - CO_2(CH_2)_3CH_3$$

Fluazifop-butyl
butyl (RS)-2-[4-(5-trifluoromethyl-2-pyridyloxy)phenoxy]propionate

يتبع الفلوازيفوب - بيوتيل مجموعة الأريل فينوكسي بروبيونيت وغالبا ما تكون المادة الفعالة لهذا المبيد مجهزة في صورة مستحضر على هيئة إستر البيوتايل وهو مبيد اختياري له خصائص جهازية حيث يطبق بعد الانبثاق حيث يمتص بواسطة الأوراق والذي يتحلل إلى الفلوازيفوب الذي يسير خلال اللحاء والفلين حتى يتراكم في الأنسجة المرستيمية للنجيليات الحولية، الريزومات والقمم النامية للحشائش ثنائية الحول. ويستخدم المركب بصفة خاصة في محاصيل الحبوب، بنجر السكر، بنجر العلف، القطن، البطاطس، البرسيم، دوار الشمس وفي حدائق الفاكهة. والمستحضرات التجارية المركزة لهذا المبيد تكون في صورة مركز قابل للاستحلاب وتحت اسم Fusilade، Hache Uno و Onecide. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب على الفئران عن طريق الفم أكبر من ٣٠٣٠

مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه متوسط الضرر (III). وتصل قيمة DT_{50} للفلوازيفوب-بيوتيل في التربة لأقل من أسبوع الذي يتكسر إلى فلوازيفوب والذي له قيمة DT_{50} أقل من ثلاثة أسابيع.

٥- باربان Barban

$$\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}-\text{NH}-\overset{\text{O}}{\overset{\|}{\text{C}}}-\text{O}-\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2\text{Cl}$$

Barban
4-chlorobut-2-ynyl 3-chlorocarbanilate

وهو مبيد اختياري يستخدم بعد الإنبات لمكافحة الشوفان البري في حقول الشعير، القمح، العدس والكتان، بنجر السكر، دوار الشمس وفول الصويا والمحاصيل عريضة الأوراق بمعدل ٥ ,٠-١كجم م٠ف/ هكتار عندما يكون الشوفان في طور ٢-٣ ورقات. ومستحضراته التجارية المركزة تكون في صورة مركز قابل للاستحلاب (١٢٠-٢٤٠جم م٠ف/ لتر) والاسم التجاري له Fisons B256، Carbyne وNeoban.

وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب على الفئران عن طريق الفم ١٣٥٠ مجم/ كجم.

٦- ايزوبروتيورون Isoproturon

$$(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NHCON}(\text{CH}_3)_2$$

Isoproturon
3-(4-isopropylphenyl)-1,1-dimethylurea

وهو مبيد اختياري ينتمي لمركبات اليوريا الذي يحدث تأثيره السام عن طريق تثبيط نقل الإلكترونات في عملية البناء الضوئي. والمبيد جهازي يمكن تطبيقه قبل أو بعد الانبثاق لمكافحة الحشائش رفيعة الأوراق مثل حشائش ذيل القط، ذيل الفأر

والشوفان البري بمعدل ١-٥,١كجم م.ف/ هكتار في حقول القمح والشعير، كما إنه يعطي بعض الفعالية ضد كثير من الحشائش عريضة الأوراق الحولية في هذين المحصولين. والمستحضر التجاري مجهز في صورة مركز قابل للذوبان (٥٠٠ جم م٠ف/ لتر) أو مسحوق قابل للبلل (٥٠٠-٨٠٠ جم م٠ف/ كجم) و تحت اسم Falcon أو Arelon أو Strong أو Guideline. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب على الفئران عن طريق الفم أكبر من ١٨٢٦-٢٤١٧ مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). ويتحطم المركب في التربة بفعل أنزيمات التربة والميكروبات حيث يحدث إزالة لمجموعة الميثايل الموجودة على ذرة النيتروجين وكذلك تحلل لمجموعة الفينايل يوريا وتتراوح قيمة DT_{50} للمركب في التربة من ٦-٢٨يوم.

٧- دايفنزوكوات ميتلسلفات Difenzoquat metilsulfate

CH_3 CH_3 N - N^+ $CH_3SO_4^-$

Difenzoquat metilsulfate
1,2-dimethyl-3,5-diphenylpyrazolium

ويستخدم المبيد في صورة ملح كبريتات الميثايل كمبيد اختياري يمتص عن طريق الأوراق و يتراكم بالقرب من المناطق المعاملة حيث يحدث تأثيره عن طريق تثبيط المرستيم. والمبيد فعال عند تطبيقه بعد الانبثاق لمكافحة الشوفان البرى وذيل القط بأنواعه المختلفة في حقول القمح، الشعير، الذرة والكتان بمعدل ٠,٧٥-١,١٠ كيلوجرام/ هكتار. والمستحضر التجاري المركز لهذا المبيد يكون في صورة مركزات قابلة للذوبان أو مساحيق قابلة للذوبان، ويسوق تجارياً تحت اسم Avenge أو Fenaven أو Match. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب على الفئران عن طريق الفم أكبر من ٦١٧ مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل

منظمة الصحة العالمية على إنه متوسط الضرر (II). والمركب شديد الإدمصاص بحبيبات التربة وتبلغ فترة نصف عمر المركب في التربة ٣ أشهر ولا يوجد أي تحطم معنوي بفعل الميكروبات يذكر.

٨- دلابون Dalapon

$$CH_3CCl_2CO_2H$$

Dalapon
2,2-dichloropropionic acid

يتبع الدلابون المركبات التي تنتمي إلى مشتقات حمض الألكانوك الهالوجينية و يجهز في صورة الملح الصوديومي والذي يمتاز بخواصه الجهازية و اختياريته ضد الحشائش رفيعة الأوراق الحولية وثنائية الحول في الأراضي غير المزروعة مثل حواف الطرق، الخنادق، خطوط السكك الحديدية، قنوات الري والمناطق الصناعية بمعدل ٣٧ كيلوجرام/ هكتار، وكذلك في بساتين الفاكهة، مزارع الزيتون، العنب، الموز، قصب السكر والغابات بمعدل ٢-٥ كيلوجرام/ هكتار. ويحدث المركب تأثيره السام عن طريق تثبيط تخليق الدهون. ويسوق المركب تجارياً في صورة محببات أو مساحيق قابلة للذوبان أو مساحيق قابلة للبلل وتحت اسم Vilapon، Dalacide، Diserbo Canali و Basfapon. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب على الفئران عن طريق الفم أكبر من ٧٥٧٠ مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). ويحتفظ المركب بفاعليته في التربة لمدة تصل إلى ٣-٤ شهور.

٩- إيمازاميثابنز - ميثايل Imazamethabenz-methyl

methyl (±)-2-(4-isopropyl-4-methyl-5-oxo-2-imidazolin-2-yl)-p-toluate

\+

methyl (±)-6-(4-isopropyl-4-methyl-5-oxo-2-imidazolin-2-yl)-m-toluate

يتبع المركب مجموعة الإيمدازولينون Imidazolinone وهو عبارة عن مخلوط، من المشتقين ميتا (m) و البارا (p) ويقوم المركب بتثبيط أنزيم أسيتولاكتيت سينزيز (ALS) وهو الأنزيم الذي يقوم بتخليق الأحماض الأمينية المتفرعة مثل الفالين، الليسين والأيزوليسين ولذا يمنع تخليق البروتين و DNA. والمركب اختياري له صفات جهازية يمتص عن طريق الجذور والأوراق وينتقل للمناطق المرستيمية. ويوصى باستخدام المركب قبل الانبثاق بمعدل ٢٥ , ٠-٧٠ , ٠ كيلوجرام/ هكتار في حقول القمح، الشعير ودوار الشمس لمكافحة الشوفان البري،ذيل القط وبعض الحشائش ثنائية الفلقة. وتعتبر الحبوب ودوار الشمس عالية التحمل للمبيد. ويسوق المركب تجارياً تحت اسم Assert أو Dagger في صورة مركزات قابلة للاستحلاب أو مركزات قابلة للذوبان أو محببات قابلة للذوبان في الماء. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب على الفئران عن طريق الفم لأكبر من ٥٠٠٠ مجم/ كجم والمركب مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه قليل الضرر (III). ويتحطم المركب بصعوبة في التربة مكوناً الأحماض الحرة المقابلة حيث تبلغ قيمة DT_{50} في التربة ٢٥-٤٥ يوماً.

١٠ - إيمازاموكس Imazamox

CH3OCH2 CO2H N N CH3 CH3 HN CH O CH3

Imazamox

(RS)-2-(4-isopropyl-4-methyl-5-oxo-2-imidazolin-2-yl)-5-methoxymethylnicotinic acid

يتبع المركب مجموعة الإيمدازولينون Imidazolinone ويحدث تأثيره بتثبيط أنزيم أسيتولاكتيت سينزيز (ALS) وهو الأنزيم الذي يقوم بتخليق الأحماض الأمينية المتفرعة مثل الفالين، الليسين و الأيزوليسين. ويعتبر المركب اختياريا ويمتص من خلال الأوراق و الجذور حيث ينتقل لمناطق النمو حيث يستخدم بعد الانبثاق بمعدل ٠٣٢ , ٠-٠٤ , ٠باوند/ هكتار في حقول الفول السوداني، فول الصويا والبقوليات

الأخرى. وترجع الاختيارية هنا إلى الإزالة السريعة للسمية بواسطة المحاصيل الاقتصادية، بينما الحشائش لا يمكنها إزالة هذه السمية. ويسوق المركب تجارياً في صورة Raptor أو Sweeper. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب على الفئران عن طريق الفم لأكبر من ٥٠٠٠ مجم/ كجم و يتحطم المركب بسهولة في التربة بفعل ميكروبات التربة مكوناً الأحماض الحرة المقابلة و قيمة DT_{50} في التربة ٢٥-٤٥ يوماً.

١١-إيمازاثابير Imazapyr

$(CH_3)_2CH$ CH_3 N O N N H CH_3CH_2 CO_2H

Imazethapyr

(RS)-5-ethyl-2-(4-isopropyl-4-methyl-5-oxo-2-imidazolin-2-yl)nicotinic acid

يتبع المركب مجموعة الإيمدازولينون Imidazolinone وهو مجهز في صورة الحامض أو الملح الأمونيومي ويقوم المركب بتثبيط أنزيم أسيتو لاكتيت سينزيز (ALS) الذي يقوم بتخليق الأحماض الأمينية المتفرعة مثل الفالين، الليسين والأيزوليسين وبالتالي يحدث خللاً في تخليق البروتين والتداخل في تخليق DNA. ويعتبر المركب اختياري ويمتص خلال الأوراق والجذور حيث ينتقل عن طريق اللحاء والفلين إلى المناطق المرستيمية فيتراكم بها. ويطبق المبيد قبل الزراعة خلطاً مع التربة أو قبل الانبثاق أو بعد الانبثاق لمكافحة معظم الحشائش رفيعة الأوراق الحولية وثنائية الحول وكذلك الحشائش عريضة الأوراق في الفول الصويا والبقوليات الأخرى. وترجع الاختيارية هنا إلى الإزالة السريعة للسمية بواسطة المحاصيل الاقتصادية، بينما الحشائش لا يمكنها إزالة هذه السمية. ويسوق المركب تجارياً في صورة مركزات قابلة للاستحلاب، محببات و مركزات ذائبة وتحت اسم Hammer أو Overtop أو

Pivot اوPursuit . وتصل قيمة LD_{50} للمركب على الفئران عن طريق الفم لأكبر من ٥٠٠٠ مجم/ كجم والمركب مصنف على إنه قليل الضرر (III) تبعا لتصنيف منظمة الصحة العالمية. وتبلغ قيمة فترة نصف العمر للمركب في التربة ١-٣ شهور.

١٢- ألوكسيديم Alloxydim

Alloxydim

methyl (E)-(RS)-3-[1-(allyloxyimino)butyl]-4-hydroxy-6,6-dimethyl-2-oxocyclohex-3-enecarboxylate

ينتمي المركب لمشتقات الأوكسيم سيكلوهكسان دايون وهو مبيد جهازي يمتص أساساً بواسطة الأوراق ولحد قليل عن طريق الجذور ويستخدم في صورة الملح الصوديومي. ويحدث الألوكسيديم تأثيره السام عن طريق تثبيط تخليق الأحماض الدهنية وذلك بإيقاف نشاط أنزيم الأسيتايل كو أنزيم أيه كربوكسيليز (ACCase)، كما يثبط المبيد عملية الانقسام الميتوزي في الحشائش. ويوصى باستخدام الألوكسيديم بمعدل ٠,٥-اكيلوجرام(م.ف)/ هكتار بعد الانبثاق لمكافحة الحشائش رفيعة الأوراق وخاصة الهيبان في حقول القمح، قصب السكر، الخضروات والمحاصيل عريضة الأوراق. ويسوق المركب تجارياً تحت اسم Clout، Fervin و Grasip على هيئة مسحوق قابل للذوبان في الماء. وتصل قيمة LD_{50} للمركب على الفئران عن طريق الفم حوالي ٢٣٢٢ مجم/ كجم والمركب مصنف على إنه قليل الضرر (III) تبعا لتصنيف منظمة الصحة العالمية. وتبلغ قيمة للمركب في التربة ٢-١٠ أيام.

الفصل السادس

مبيدات الآفات الحيوانية اللافقارية

Non-vertebrate Pesticides

• مبيدات الأكاروس • مبيدات النيماتودا • مبيدات القواقع

(١ , ٦) مبيدات الأكاروس **Acaricides**

(١ , ١ , ٦) مقدمة

هناك عدد من الحيوانات الطفيلية التابعة لتحت مجموعة الكارAINA تسبب أضراراً كثيرة للنباتات ومن هذه الأنواع العناكب الحمراء والعناكب ذات النقطتين ومنها ما يسبب أضرارا للحيوانات المزرعية والدواجن والحيوانات الأليفة بل منها ما يسبب أضرار مباشرة على الإنسان مثل القراد والحلم وهما من الأنواع ذات الأهمية البيطرية والصحية. ويختلف الأكاروس عن الحشرات في أن حلقات جسمه غير مقسمة ويحتوي على ٨ أرجل وليس له قرون استشعار كما إنه يختلف عن الحشرات من الناحية البيوكيميائية. ويعتبر الأكاروس من الآفات المهمة لعديد من محاصيل الخضر والفاكهة والحبوب المخزونة، كما أن الأكاروس يسبب مشاكل عديدة في البيوت المحمية حيث تعتبر الظروف البيئية فيها ملائمة له. وكثيراً من المبيدات الحشرية لا تؤثر على الأكاروس ولو أن هناك بعض المبيدات ليست متخصصة فقط على الأكاروس بل أيضا على بيض الأكاروس، إلا أن للأكاروس مقدرة عالية على تكوين سلالات مقاومة ولذا فإن فترة استخدام المبيد الأكاروسي لا تزيد عن عشرة سنوات. والمبيدات ذات التأثير السام ضد الأكاروس تتمتع بدرجة عالية من الثبات مع تأثير باقي طويل إلى جانب سميتها

المنخفضة للنباتات. فبعض مبيدات الأكاروس فعال كمبيدات للبيض فقط Ovicides وأحيانا ضد الحوريات الحديثة فقط،، بينما هناك مركبات فعالة ضد كل مراحل النمو. ويعتبر مركب الآزوبنزين Azobenzene من أوائل المركبات التي استخدمت لمكافحة الأكاروس في البيوت المحمية على هيئة دخان.

(٢ , ١ , ٦) تقسيم مبيدات الأكاروس

يمكن تقسيم مبيدات الأكاروس تبعاً لتركيبها الكيميائي كما يلي :

(١ , ٢ , ١ , ٦) المركبات المحتوية على مجاميع ثنائية الفينايل

ويوضح الجدول رقم (١ , ٦) الشكل التركيبى للمركبات والتي لها فاعلية كمبيدات أكاروس.

Cl–(C₆H₄)–X–(C₆H₄)–Cl

الجدول رقم (١ , ٦). الشكل التركيبي للمركبات التي لها فاعلية كمبيدات أكاروس.

اسم المركب	الاستبدال (X)	الاستخدامات
DCPM أو Neotran	$—OCH_2O—$	وهو يستخدم ضد حلم العنكبوت الأوربي على الموالح
DDDS	—S-S—	وهو يستخدم ضد حلم العنكبوت الأوربي على الموالح
Chlorbenside	$—CH_2S—$	فعال ضد البيض والأطوار غير الكاملة
Chlorfenson أو Ovex	$—OSO_2$	فعال ضد البيض ويمكن خلطه مع الباراثيون أو الميثايل-باراثيون ليصبح فعال ضد كل الأطوار
Chlorfenethol أو DMC أو Dimite	$—C(OH)(CH_3)—$	فعال ضد البيض والطور الكامل

تابع الجدول رقم (١ ,٦).

اسم المركب	الاستبدال (X)	الاستخدامات
Dicofol أو Kethane	$-C(OH)(CCl_3)-$	فعال ضد كل مراحل نمو الأكاروس
Chlorobenzilate	$-C(OH)(COOC_2H_5)-$	فعال ضد كل مراحل حياة الأكاروس وقد أوقف استخدامه لقدرته على إحداث تأثيرات سرطانية

١ – الدايكوفول Dicofol

Dicofol

2,2,2-trichloro-1,1-bis(4-chlorophenyl)ethanol

يُعد مبيد الدايكوفول من أشهر المركبات ثنائية الفينايل وأكثرها استخداما وهو يتبع مركبات الكلور العضوية وهو مبيد أكاروسي له تأثير قليل كمبيد حشري. ويعتبر الدايكوفول غير جهازي يحدث تأثيره بالملامسة ويستخدم بمعدل ٥ ,٠-٢ كيلوجم (م.ف)/ هكتار ضد أنواع عديدة من الأكاروس المتطفل مثل أكاروس الموالح الأحمر، العنكبوت الأحمر وأكاروس صدأ الموالح على عديد من أشجار الفاكهة، الكروم، الحوليات، الخضروات و المحاصيل الحقلية. ويستخدم المركب بالمملكة العربية السعودية لمكافحة الأكاروس أو ما يعرف بالغبير على أشجار النخيل حيث يرش بمعدل ٢٠٠سم^3/ ١٠٠لتر ماء حيث تحتاج كل شجرة تقريباً حوالي ١٠ لتر من محلول الرش. ويسوق المركب تجارياً تحت اسم Kelthane، Acarin، Cekudifol، Hilfol وAgrothane في صورة مركزات قابلة للاستحلاب، مساحيق قابلة للتعلق، معلقات مركزة و مساحيق قابلة للبلل. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب على فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٥٩٥ مجم/ كجم ويعتبر المركب قليل الضرر (III) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية. وتبلغ قيمة DT_{50} لاختفاء المركب من الحقول المرشوشة بالدايكوفول حوالي ٦٠-١٠٠ يوماً.

٢- بروموبروبيليت Bromopropylate

$$Br-C_6H_4-C(OH)(CO_2CH(CH_3)_2)-C_6H_4-Br$$

Bromopropylate
isopropyl 4,4'-dibromobenzilate

يتبع المركب مشتقات البنزليت Benzilate وهو يعمل كمبيد بالملامسة و يمتاز بأن له مفعول طويل الأجل. ويستخدم المركب لمكافحة كل مراحل نمو الأكاروس التي تهاجم الفواكه ذات النواة الحجرية، الموالح، الكروم، الشليك، القطن، فول الصويا والخضروات. كما يستخدم المركب لمكافحة الحلم المتطفل داخل المناحل. ويسوق المركب تجارياً تحت اسم Neoron أو Acarol أو Folbex في صورة مركزات قابلة للاستحلاب. وتصل قيمة LD_{50} للمركب على ذكور فئران التجارب عن طريق الفم لأكبر من ٥٠٠٠ مجم/كجم ويعتبر المركب قليل الضرر (III) وفقا لتصنيف منظمة الصحة العالمية. وتبلغ قيمة DT_{50} للمركب في التربة ٤٠-٧٠ يوماً.

٣- كلوروبنزيليت Chlorobenzilate

$$Cl-C_6H_4-C(OH)(COOC_2H_5)-C_6H_4-Cl$$

Chlorobenzilate
ethyl 4-chloro-α-(4-chlorophenyl)-α-hydroxybenzeneacetate

يستخدم الكلوروبنزيليت لمكافحة أنواع عديدة من الحلم، كما يستخدم لمكافحة حلم النحل من النوع *Acrapis woodi*. و يجهز المركب تجاريا في صورة مركزات قابلة للاستحلاب، مساحيق قابلة للبلل و شرائط وتحت اسم Akar، Acaraben و Folbex. وتتراوح قيمة LD_{50} للمركب على ذكور فئران التجارب عن طريق الفم من ٢٧٨٢-٣٨٨٠ مجم/ كجم.

٤- تترادیفون Tetradifon

Tetradifon
4-chlorophenyl 2,4,5-trichlorophenyl sulfone

يُعد مركب الترادیفون من أكثر المبیدات الأكاروسية التي استخدمت من الناحية التجارية حيث كان يستخدم كمبيد أكاروسي غير جهازي على أشجار الفاكهة لسنوات عديدة إلا أن الأكاروسات كونت سلالات مقاومة له. ويمتاز المركب بأن له فعالية طويلة المدى ويمكنه اختراق الأنسجة النباتية وله تأثير بالملامسة على بيض الأكاروسات والأطوار غير الكاملة و له تأثير تعقيمي لإناث الأكاروس مما يؤدي إلى تطور البيض غير الحيوي. وهذا المركب فعال ضد البيض وجميع الأطوار غير الكاملة المتطفلة لعدد كبير من الأكاروسات التي تهاجم الفاكهة، الخضروات، القطن، الشاي و نباتات الزينة. والاسم التجاري للمركب هو Tedion ويجهز في صورة مركز قابل للاستحلاب. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب على ذكور فئران التجارب عن طريق الفم أكبر من ١٤٧٠٠ مجم/ كجم ويعتبر المركب قليل الضرر (III) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية.

٥- كلورفيناثول Chlorfenethol

Chlorfenethol
4-chloro-α-(4-chlorophenyl)α-methylbenzenemethanol

يُعد الكلورفيناثول فعال ضد الأطوار الكاملة من الأكاروس، البيض واليرقات ويمكن خلطه مع عديد من المبيدات الحشرية كعلاج مشترك ضد الأكاروس والحشرات التي تهاجم الحوليات والأشجار. ويجهز المركب تجاريا في صورة مساحيق قابلة للبلل وتحت اسم Oikron، BCPE وDimite. وتتراوح قيمة LD_{50} للمركب على ذكور فئران التجارب عن طريق الفم من ٩٢٦-١٣٩١ مجم/ كجم.

(٢, ٢, ١, ٦) مركبات القصدير العضوية

هناك عديد من مركبات القصدير العضوية والتي لها نشاط كمبيدات أكاروسية

١- سايهكساتن Cyhexatin

Cyhexatin
tricyclohexyltin hydroxide

يُعد مركب سايهكساتن أحد مركبات القصدير العضوية وهو مبيد بالملامسة يستخدم لمكافحة الأطوار المتحركة من الأكاروسات المتطفلة على أشجار الفاكهة، الكروم، البندق، الشليك، الخضروات والطماطم. ويشترط لاستخدام المركب في حدائق الفاكهة أن يكون ذلك على الأشجار مكتملة النمو وليس على الشتلات نظرا لحساسية بعض النباتات والأشجار في أطوارها الأولى لهذا المركب. ويجهز المركب ليباع على هيئة مساحيق قابلة للبلل أو معلقات مركزة و تحت اسم Sipcatin، Oxotin، Mitacid، Acarstin و Plictran. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب على فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٥٤٠ مجم/ كجم ويعتبر المركب قليل الضرر (III) وفقا لتصنيف منظمة الصحة العالمية.

٢- فينبيوتاتن - أوكسيد Fenbutatin-Oxide

Fenbutatin-Oxide
bis[tris(2-methyl-2-phenylpropyl)tin] oxide

يعتبر مركب فينبيوتاتن - أوكسيد أحد مركبات طويلة والذي يستخدم كمبيد بالملامسة ومعديا يستخدم بفاعلية ضد الأطوار المتحركة لعدد كبير من أنواع الأكاروس المتطفلة على الموالح، العنب، محاصيل البيوت المحمية، نباتات الزينة والخضروات حيث يعطي فعالية لفترة طويلة. والاسم التجاري لهذا المركب Vendex أو Torque أو Osadan ويجهز في صورة معلقات مركزة أو مساحيق قابلة للبلل. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب على فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٢٦٣١ مجم/ كجم ويعتبر المركب قليل الضرر (III) وفقا لتصنيف منظمة الصحة العالمية.

٣- آزوسيكلوتن Azocyclotin

Azocyclotin
tri(cyclohexyl)-1H-1,2,4-triazol-1-yltin; 1-tricyclohexylstannanyl-1H-[1,2,4]triazole

ينتمي المركب لمشتقات القصدير العضوية و يمتاز بأن له تأثير طويل المدى كمبيد بالملامسة ضد الأطوار المتحركة للحلم على أشجار الفاكهة بما فيها الموالح، الكروم، القطن، الخضروات والنباتات الحولية. ويسوق المركب تجارياً في صورة مساحيق قابلة للبلل تحت اسم Peropal أو Clairmait. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب على

فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٢٠٩ مجم/ كجم ويعتبر المركب متوسط الضرر (II) وفقا لتصنيف منظمة الصحة العالمية. وتتراوح فترة نصف عمر المركب في التربة من أيام معدودة لأسابيع عديدة بناءاً على نوع التربة.

(٦,١,٢,٣) مركبات الكبريت

١- البروبرجيت Propargite

Propargite
2-(4-tert-butylphenoxy)cyclohexyl prop-2-ynyl sulfite

يستخدم مبيد البروبرجيت بنجاح كمبيد بالملامسة له تأثير طويل الأجل ضد الأكاروس الذي يهاجم الكروم، أشجار الفاكهة، الطماطم، القطن، الذرة، البطيخ والشمام. والاسم التجاري له هو Omite ويجهز في صورة مركزات قابلة للاستحلاب، مساحيق قابلة للبلل ومستحلبات. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب على فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٢٨٠٠ مجم/ كجم ويعتبر المركب قليل الضرر (III) وفقا لتصنيف منظمة الصحة العالمية. وتتراوح قيمة DT_{50} للمركب في التربة بين ٧-١٤ أسبوعاً.

٢- سيميازول Cymiazol

Cymiazol
N-2,3-dihydro-3-methyl-1,3-thiazol-2-ylidene-2,4-xylidine

يُعد المركب مبيد أكاروسي يعمل بالملامسة حيث يقوم بتثبيط أنزيم أحادي الأمين أكسيديز (MAO) ويوصى باستخدامه غمراً أو رشاً بمعدل ١ , ٠ جم (م.ف)/ لتر ماء لمكافحة أنواع الأكاروسات بما فيها المقاومة لفعل الهيدروكربونات المكلورة، مركبات الفوسفور العضوية و الكاربامات. والمركب يسوق تجارياً تحت اسم Ektoban في صورة مركزات قابلة للاستحلاب، كما يوجد تجارياً مخلوطاً مع السيبرمثرين تحت اسم Tifatol. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب على فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٧٢٥ مجم/ كجم ويعتبر المركب متوسط الضرر (II) وفقا لتصنيف منظمة الصحة العالمية. و تتراوح قيمة DT_{50} للمركب في التربة أقل من ١٤ يوماً.

(٤ , ٢ , ١ , ٦) المركبات النيتروجينية

١ – الأميتراز Amitraz

$$CH_3-C_6H_3(CH_3)-N=CH-N(CH_3)-CH=N-C_6H_3(CH_3)-CH_3$$

Amitraz
N-methylbis(2,4-xylyliminomethyl)amine

يتبع مبيد الأميتراز مشتقات الأميدين Amidine والمبيد له فعالية كمبيد بالملامسة وعن طريق التنفس وكذلك له تأثير طارد ضد الأكاروسات والحشرات حيث يحدث تأثيره السام عن طريق التداخل مع مستقبلات الأوكتوبامين Octopamine receptors في الجهاز العصبي مما يسبب زيادة في النشاط العصبي. ويستخدم الأميتراز لمكافحة كل مراحل الأكاروس أو الحشرات القشرية، البق الدقيقي، الذبابة البيضاء، المن وكذلك ضد بيض والطور الأول من الحشرات حرشفية الأجنحة على الموالح، أشجار النخيل، الفاكهة ذات النواة الحجرية، الشليك، الفلفل، الطماطم و الباذنجان. كما يستخدم الأميتراز لمكافحة الحشرات البيطرية والمتطفلات الخارجية مثل القراد، الحلم، القمل في الحيوانات المزرعية.

ويسوق المركب تجارياً تحت اسم Mitac أو Ovasyn أو Byebye أو Taktic في صورة مركزات قابلة للاستحلاب أو مساحيق قابلة للبلل. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب على فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٦٥٠ مجم/ كجم ويعتبر المركب قليل الضرر (III) وفقا لتصنيف منظمة الصحة العالمية. ويتحطم المركب في التربة بسرعة حيث تبلغ قيمة DT_{50} للمركب في التربة تحت الظروف الهوائية لأقل من يوم واحد.

٢- كلوفينتيزين Clofentezine

Cl
N - N
N = N
Cl

Clofentezine
3,6-bis(2-chlorophenyl)-1,2,4,5-tetrazine

يتبع المبيد مشتقات التترازين وهو مبيد بالملامسة ذات درجة عالية من التخصص كمبيد أكاروسي له فاعلية طويلة الأمد حيث يحدث تأثيره السام عن طريق تثبيط تطور أجنة الأكاروسات. والمركب يستخدم لمكافحة البيض والأطوار المتحركة غير الناضجة من أكاروس الموالح الأحمر، العنكبوت الأحمر والعنكبوت ذات البقعتين بمعدل ٢٠جم/ هكتار في الفاكهة ذات النواة الحجرية، بمعدل ١٢,٥-٢٠جم/ هكتار في الموالح، بمعدل ٢٠ جم/ هكتار في الكروم، بمعدل ٢٠٠-٣٠٠ جم/ هكتار في الشليك، بمعدل ١٥٠-٢٥٠ جم/ هكتار في القطن و بمعدل ٢٠-٣٠جراو/ هكتار في النباتات الحولية. ويسوق المركب تجارياً تحت اسم Apollo أو Acaristop أو Cara في صورة مساحيق قابلة للبلل أو معلقات مركزة. و تصل قيمة LD_{50} للمركب على فئران التجارب عن طريق الفم لأكبر من ٥٢٠٠ مجم/ كجم ويعتبر المركب قليل الضرر (III) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية و تبلغ قيمة DT_{50} للمركب في التربة ٦٥-٨٥ يوماً.

٣- بيريميدفين Pyrimidifen

Pyrimidifen

5-chloro-N-{2-[4-(2-ethoxyethyl)-2,3-dimethylphenoxy]ethyl}-6-ethylpyrimidin-4-amine

يستخدم المركب تجارياً لمكافحة العناكب التي تهاجم التفاح، الكمثرى، الخضروات والشاي وكذلك لمكافحة العناكب وأكاروس صدأ الموالح على الموالح والعثة على الخضروات. والمبيد مجهز في صورة معلقات مركزة أو مساحيق قابلة للبلل وتحت اسم Miteclean. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب على فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ١٤٨ مجم/ كجم.

(٥, ٢, ١, ٦) مبيدات الأكاروس الحيوية

١- أبامكتين Abamectin

(i) R = $-CH_2CH_3$ (avermectin B_{1a})

(ii) R = $-CH_3$ (avermectin B_{1b})

Abamectin

5-O-demethylavermectin A_{1a} (i) mixture with 5-O-demethyl-25-de(1-methylpropyl)-25-(1-methylethyl)avermectin A_{1a} (ii)

يتكون الأبامكتين نتيجة تخمر الفطر *Streptomyces avermitilis* والذي ينتج مخلوط من الأفريمكتين ب١أ (i) avermectin B1a والذي له وزن جزيئي قدره ٨٧٣,١ بنسبة تزيد عن ٨٠٪ و الأفريمكتين ب١ب (ii) avermectin B1b والذي له وزن جزيئي قدره ٨٦٠,١ بنسبة تقل عن ٢٠٪. و يعتبر المركب سما بالملامسة، معديا وله نشاط جهازي محدود و يحدث المركب تأثيره السام عن طريق تحفيز إطلاق حامض الجاما أمينوبيوتيرك γ-aminobutyric acid أي إنه يعمل كمثبط للنواقل العصبية فيسبب شللاً للأكاروسات والحشرات المعاملة. ويستخدم الأبامكتين بنجاح في القطن، الموالح، البندق، البطاطس، الخضروات بمعدل ٥,٦-٢٨جم/ هكتار لمكافحة الأطوار المتحركة من الأكاروس وبمعدل ١١-٢٢ جم/ هكتار لمكافحة صانعات الأنفاق. كما يستخدم المركب لمكافحة خنفساء الكلورادو والحشرات الثاقبة والذباب الناري وله أيضاً استخدامات بيطرية. ويسوق المركب تجارياً تحت اسم Abacide، Vertimec، Dynamec، Agrimec و Gilmectin في صورة مركزات قابلة للاستحلاب. وتصل قيمة LD_{50} للمركب على فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ١٠مجم/ كجم. ويرتبط المركب بشدة بالتربة إلا إنه سريع التحطم بفعل الكائنات الحية الدقيقة التي تسكن التربة وبالتالي لا يتراكم بالتربة.

٢- ميلبيمكتين Milbemectin

Milbemycin A_3 : R = CH_3
Milbemycin A_4 : R = CH_2CH_3

Milbemectin

A3: (6R,25R)-5-O-demethyl-28-deoxy-6,28-epoxy-25-methylmilbemycin B;
A4: (6R,25R)-5-O-demethyl-28-deoxy-6,28-epoxy-25-ethylmilbemycin B

المركب عبارة عن خليط من متشابهين إحداهما يحتوي على مجموعة الميثايل ويسمى ميلبيميسين أ٣ (milbemycin A_3) والآخر يحتوي على مجموعة الإيثايل ويسمى ميلبيميسين أ٤ (milbemycin A_4) بنسبة ٣ : ٧ على التوالي. والوزن الجزيئي للمشابه A_3 يساوي ٧, ٥٢٨، بينما للمشابه A_4 يساوي ٧, ٥٤٢. وقد أنتج هذا المركب عام ١٩٩٠م بواسطة شركة سانكو Sankyo اليابانية. والمركب يحدث تأثيره كسم بالملامسة ومعديا وقليل من النشاط الجهازي داخل النبات ضد العنكبوت الأحمر، العنكبوت ذات البقعتين وأكاروس الموالح على التفاح، الكمثرى، الشليك و الباذنجان والشاي حيث يستخدم بمعدل قدره ٦, ٥-٢٨ جم/ هكتار. ويجهز المركب في صورة مركزات قابلة للاستحلاب و مساحيق قابلة للبلل تحت اسم Milbeknock أو Koromite. و تبلغ قيمة LD_{50} للمركب على فئران التجارب عن طريق الفم ٣١٣مجم/ كجم. وتتراوح قيمة DT_{50} في التربة من ١٦-٣٣ يوماً.

٣- بولي ناكتينز Polynactins

dinactin: $R_1, R_3 = CH_3$- ; $R_2, R_4 = C_2H_5$-
trinactin: $R_1 = CH_3$- ; $R_2, R_3, R_4 = C_2H_5$-
tetranactin: $R_1, R_2, R_3, R_4 = C_2H_5$-

ينتج مركب بولي ناكتينز من تخمر الفطر *Streptomyces aureus* S-3466 وهو عبارة عن خليط من عدة مشابهات هي تتراناتكين (tetranactin)، تراي ناكتين(trinactin) وداي ناكتين (dinactin) ويعتقد إنه يحدث تأثيره السام من خلال التأثير على انسياب الأيونات الموجبة من طبقة دهون غشاء الميتوكوندريا. ويستخدم المركب لمكافحة العناكب على الأشجار المثمرة. ويسوق المركب تجارياً على هيئة مركزات قابلة للاستحلاب وتحت اسم Mitecidin عند خلطه مع Fenobucarb أو تحت اسم Mitedown عند خلطه مع Fenbutatin oxide. والمركب له قيمة LD_{50} تساوي ١٥٠٠٠ مجم/ كجم عن طريق الفم على فئران التجارب.

(٦, ٢, ١, ٦) البيرثرينات المصنعة

١ – فينبروباثرين Fenpropathrin

CH_3 CH_3 CO_2 CN CH O H CH_3 CH_3

Fenpropathrin

(RS)-α-cyano-3-phenoxybenzyl 2,2,3,3-tetramethylcyclopropanecarboxylate

يتبع المركب البيرثرينات المصنعة وله نشاط كمبيد أكاروسي وحشري حيث يعمل كسم بالملامسة ومعديا مع بعض التأثير كمادة طاردة ضد عديد من الأنواع المختلفة من الأكاروس باستثناء أكاروس الصدأ وكذلك ضد الحشرات مثل الذبابة البيضاء، يرقات حرشفية الأجنحة و صانعات الأنفاق والتي تهاجم الموالح، الكروم، الخضروات، القطن والمحاصيل الحقلية. ويوجد المركب تحت أسماء تجارية عديدة منها Digital، Rody، Meothrin، Danitol وFenthrin ومجهز في صورة مركزات قابلة للاستحلاب، معلقات مركزة، مساحيق قابلة للبلل وللرش بالحجم المتناهي في الصغر. وقيمة LD_{50} للمركب على فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٦ , ٧٠مجم/ كجم ويعتبر المركب متوسط الضرر (II) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية. ويتحلل المركب عند تعرضه للضوء و تبلغ مدة نشاطه في التربة ١–٥ أيام.

٢-أكريناثرين Acrinathrin

Acrinathrin

(S)-α-cyano-3-phenoxybenzyl (Z)-(1R,3S)-2,2-dimethyl-3-[2-(2,2,2-trifluoro-1-trifluoromethylethoxy carbonyl)vinyl]cyclopropanecarboxylate

يتبع المركب البيرثرينات المصنعة وهو سما بالملامسة ومعديا يحدث تأثيره السام بالتأثير على الجهاز العصبي المركزي وله نشاط كمبيد أكاروسي ضد عديد من الأنواع المختلفة من الحلم المتطفل على الموالح، القطن، فول الصويا، الخضروات والعنب. ويسوق المركب تحت اسم Rufast أو Taflis أو Tagloo ويجهز في صورة مركزات قابلة للاستحلاب، معلقات مركزة، مساحيق قابلة للبلل أو كمستحلب. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب على فئران التجارب عن طريق الفم لأكبر من ٥٠٠٠ مجم/ كجم ويعتبر المركب متوسط الضرر (II) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية. وقيمة DT_{50} للمركب في التربة تحت الظروف الهوائية تساوي ٥٢ يوماً.

٣- بايفينثرين Bifenthrin

(Z)-(1*R*)-*cis*-

Bifenthrin

2-methylbiphenyl-3-ylmethyl (Z)-(1RS,3RS)-3-(2-chloro-3,3,3-trifluoroprop-1-enyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

يُعد البايفينثرين مبيد بالملامسة ومعدي ويوصى باستخدامه لمكافحة عديد من الحشرات التي تتبع حرشفية، غمدية، ثنائية، متشابهة الأجنحة التي تهاجم المجموع الخضري وكذلك مكافحة بعض الأنواع من الأكاروس التي تهاجم الحبوب، الموالح، القطن، العنب، الفواكه والخضروات. ويسوق المركب تحت اسم Talstar أو Biflex أو Capture في صورة مركزات قابلة للاستحلاب أو محببات أو معلقات مركزة أو مساحيق قابلة للبلل أو للرش بالحجم المتناهي في الصغر. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب على فئران التجارب عن طريق الفم لأكبر من ٥٤,٥ مجم/ كجم ويعتبر المركب متوسط الضرر (II) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية. وتتراوح قيمة DT_{50} للمركب في التربة ٦٥-١٢٥ يوماً.

٤- تاو-فلوفالينات tau-fluvalinate

tau-fluvalinate

(RS)-α-cyano-3-phenoxybenzyl N-(2-chloro-α,α,α-trifluoro-p-tolyl)-D-valinate

يتكون المركب من مخلوط من المشابهات-(R)-2 ،(S)-α-cyano و-(R)-2 ،(R)-α-cyano بنسبة ١:١. وقد ادخل مركب التاو-فلوفالينات عام ١٩٨٥م كبديل لمركب الفلوفالينات. ويعتبر المركب سما بالملامسة ومعدي حيث يستخدم ضد عديد من الحشرات حرشفية الأجنحة، المن، النطاطات والذبابة البيضاء وكذلك ضد العنكبوتيات على الحبوب والبطاطس بمعدل ٣٦-٤٨جم (م.ف)/ هكتار، وعلى العنب، الخضروات، دوار الشمس بمعدل يصل إلى ٧٢جم (م.ف)/ هكتار، وعلى أشجار الفاكهة بمعدل يصل إلى ١٤٤جم (م.ف)/ هكتار. هذا ويستخدم المركب تحت اسم أبيستان Apistan على نطاق واسع في عديد من الدول لمكافحة حلم النحل المعروف باسم الفاروا *Varroa jacobsoni* في المناحل حيث يمتاز هذا المركب غير ضار بطوائف النحل إذا ما استخدم بالتركيزات الموصى بها. ويجهز المركب تجارياً في صورة مركزات قابلة للاستحلاب، مستحلب، الحجم المتناهي في الصغر، شرائط ذات الانسياب المتحكم ومنتجات تصدر بخارا وتحت أسماء Klartan، Apistan،

Mavrik وSpur. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب على فئران التجارب عن طريق الفم لأكبر من ٢٨٢مجم/ كجم ويعتبر المركب متوسط الضرر (II) وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية. وتتراوح قيمة DT_{50} للمركب في التربة ١٢-٩٢ يوم.

(٧, ٢, ١, ٦) الزيوت البترولية Petroleum Oils

تسمى الزيوت البترولية بأسماء عديدة مثل الزيوت المعدنية، الزيت الأبيض، زيوت البارافين، الزيوت المستخدمة كمواد إضافية وزيوت الرش وهي تتكون أساسا من هيدروكربونات أليفاتية مشبعة وغير مشبعة والتي تنتج بواسطة تقطير وتنقية الزيوت المعدنية الخام. وعادة تقطر الزيوت التي تستخدم كمبيدات عند درجة حرارة أعلى من ٣١٠ْم. ويمكن تقسيم هذه الزيوت تبعا لتقطيرها على درجة حرارة على ٣٣٥ْم إلى زيوت خفيفة (٦٧-٧٩٪)، متوسطة (٤٠-٤٩٪) وثقيلة (١٠-٢٥٪). تعمل هذه الزيوت كمبيدات بالملامسة ضد الأكاروس والحشرات وبيضها. وتستخدم الزيوت لمكافحة بيض الأكاروسات، المن، الحشرات القشرية التي تهاجم أشجار الفاكهة، الكروم وبعض الحوليات. كما أن لهذه الزيوت نشاط ضد الحشائش رفيعة وعريضة الأوراق في الجزر، الكرفس، البقدونس والكروية، علاوة على استخدامها كمواد إضافية لزيادة نشاط مبيدات الحشائش. ويجب الإشارة هنا إلى أن بعض هذه الزيوت قد تحدث ضررا لبعض المحاصيل الاقتصادية ولذا يجب استخدامها في موسم السكون. ومن الأسماء التجارية لهذه الزيوت زيت الفولك Volck وزيت الرش Spraying oil. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب على فئران التجارب عن طريق الفم أكبر من ٥٠٠٠ مجم/ كجم.

(٢, ٦) مبيدات النيماتودا Nematicides

(١, ٢, ٦) مقدمة

النيماتودا عبارة عن حيوانات صغيرة تنتمي إلى شعبة الديدان الأسطوانية وهى ديدان مجهرية (٢, ٠ -١٠ ملم في الطول) لها القدرة على التحرك بين حبيبات التربة، بين وريقات البراعم، في الفراغات الهوائية الموجودة في الأوراق والأفرع أو تعيش على جذور

النباتات أو داخل الأنسجة النباتية مسببة النيماتودا أعراضا مرضية لعدد من المحاصيل الحقلية كالقمح، الذرة، الخضروات ونباتات الزينة، كما إنها تسهل من الإصابة ببعض الفيروسات للنباتات وبالتالي تكون عرضة أيضا للإصابة الفطرية أو البكترية. وتتوقف حركة الديدان النيماتودية ونشاطها في التربة على معدل الرطوبة حيث يقل نشاطها في التربة الجافة، نوع التربة وأنواع المحاصيل المزروعة. وتحتوي الأراضي الزراعية عادة على أنواع عديدة من النيماتودا المتطفلة على النبات وعلى أنواع أخرى من المفترسات والمتغذيات على ميكروبات التربة. وتمتلك جميع الأنواع المتطفلة على النبات تركيب يشبه الرمح في منطقة الفم والذي تستخدمه النيماتودا لكي تثقب الخلايا النباتية، ويكون هذا الرمح في معظمها مجوف ويستعمل لاستخلاص محتويات الخلية النباتية. وتتغذى معظم نيماتودا النبات على سيتوبلازم الخلية الذي يتجمع حول موقع الرمح بعد تفريغ العصارات النيماتودية الهاضمة داخل الخلية، وتحث النيماتودا بعض هذه الخلايا لكي تزيد محتواها من السيتوبلازم وبالتالي تتوقف عن الحركة وتسكن في هذا الموقع ويتغير شكلها الدودي إلى الشكل الكمثرى المتفخ (نيماتودا تعقد الجذور)، أو الكلوي المتفخ (نيماتودا الموالح) أو تأخذ شكل الحوصلة (نيماتودا الحوصلات). وتنتج هذه الأنواع من النيماتودا عادة أعدادا كبيرة من كتل البيض وتشمل الأنواع التي تسبب أضرارا كبيرة بالمحاصيل الزراعية.

وتقضي معظم انواع النيماتودا المتطفلة على النبات جزء من دورة حياتها في التربة لذلك لابد من تعقيم التربة الملوثة بالنيماتودا الضارة بغرض الحصول على مكافحة فعالة. و يختلف سلوك النيماتودا المتطفلة على النباتات فيما بينها، فمنها ما يتطفل على النبات داخليا Endoparasitic حيث توجد النيماتودا بأكملها داخل أنسجة النبات، ومنها ما يتطفل خارجيا Exoparasitic حيث تقوم النيماتودا بإفراز مواد إفرازية خارجية تحلل أنسجة النبات، كما أن هناك أنواع من النيماتودا ما يدخل جزء من جسمه (الرأس) إلى داخل النبات بينما يبقى الجزء الآخر خارجيا. ومن أهم أنواع النيماتودا المسببة للأمراض النباتية نيماتودا تعقد الجذور وهى تتخذ عوائل من نباتات مختلفة مثل البطاطس، القطن، الطماطم والذرة، كما أن نيماتودا التدهور البطيء في

الموالح والنيماتودا المتحوصلة يمكن أن يسببا أضراراً بالغة للمحاصيل الحقلية. وتقضي النيماتودا التي تتطفل على النبات فترة في حالة سكون متحوصلة ولا تبدأ نشاطها إلا في وجود العائل وهى تحس بذلك بفعل مواد كيماوية تفرز طبيعيا من العائل فتقوم هذه المواد بتنبيه النيماتودا الساكنة فتنشط لمهاجمة العائل. هذا وقد حاول بعض الباحثون في مجال المبيدات في تحضير مواد شبيهة تقوم بتنبيه النيماتودا الساكنة في غير وجود العائل فتخرج النيماتودا من طور السكون فتتعرض للهلاك. كما يمكن مكافحة النيماتودا باستخدام بعض الفطريات المتخصصة أو بواسطة بعض المعاملات الحرارية لتعقيم التربة. فإذا فشلت هذه الطرق أو لم تكن كافية أو ممكنه فإننا نلجأ إلى استخدام المبيدات في مكافحة النيماتودا.

ويُعد استعمال المبيدات النيماتودية ضروريا عندما تكون طرق المكافحة الأخرى، مثل بخار الماء ربما تكون مكلفة اقتصاديا أو هناك صعوبة في تطبيقها. أو أن طريقة أخرى مثل الدورة الزراعية ربما لا تقلل أعداد النيماتودا إلى المستويات المنخفضة التى تسمح للمزارع بأن يكرر زراعة نفس المحصول في الحقل خلال الدورة الزراعية. وتعتبر بعض المبيدات الكارباماتية المستخدمة في مكافحة الحشرات ذو فعالية عالية في مكافحة النيماتودا مثل كاربوفيوران، أوكساميل وألديكارب، علاوة على بعض المركبات الأخرى التي تستخدم لمكافحة النيماتودا.

(٢ , ٢ , ٦) تقسيم مبيدات النيماتودا

تقسم المركبات التي تستخدم كمبيدات للنيماتودا إلى مجموعتين رئيسيتين تبعاً لحركتها في التربة و هما المدخنات (المواد المتطايرة) والتي لها القدرة على الانتشار والتغلغل في التربة والمواد غير المدخنة (المواد غير المتطايرة) والتي تنتشر في التربة. وعادة تطبق مبيدات النيماتودا في التربة حيث يجب أن تذوب المادة الفعالة في الرطوبة أو الماء المحيط بحبيبات التربة وهو مكان تواجد النيماتودا. كما يمكن تطبيق بعض هذه المبيدات رشاً على المجموع الخضري وفي حالات قليلة جداً يمكن معاملة البذور بها.

(١ , ٢ , ٢ , ٦) مبخرات التربة Fumigants

تقسم مدخنات المدخنات بصفة عامة تبعاً لخصائصها إلى مدخنات متعددة الأغراض Multipurpose Fumigants وأخرى مدخنات للنيماتودا Nematicidal Fumigants. وتمتاز هذه المدخنات بإمكانية استخدامها على عديد من المحاصيل بسبب فاعليتها العالية و تناقص متبقياتها على النباتات. والمبيدات متعددة الأغراض ذات فاعلية جيدة ضد النيماتودا المسببة للأمراض النباتية علاوة على تأثيرها ضد الفطريات، الحشائش والحشرات وهذه المدخنات عادة تستخدم لمكافحة آفات التربة. ومن أمثلة المدخنات متعددة الأغراض الميثايل أيزوثيوسيانات، النيماجون، ثاني كبرتيد الكربون، الكلوروبكرين، الدازوميت Dazomet، الميتام Metam وبروميد الميثايل. من ناحية أخرى تعتبر مدخنات النيماتودا ذات فعالية أساسا ضد النيماتودا ومفصليات التربة عند استخدامها بالمعدلات الحقلية الموصى بها ولكنها قد تصبح ذات فاعلية ضد آفات التربة الأخرى إذا ما استخدمت بمعدلات تفوق المعدلات الموصى بها ومن أمثلة هذه المدخنات ١ ,٣- ثاني كلوروبروبين، ١ ,٢- ثاني كلوروبروبين، الإيثلين ثاني بروميد و١ ,٢- ثاني برومو ٣- كلوروبروبان. أو بمعنى آخر يستخدم كل من بروميد الميثايل وثاني بروميد الإيثلين، ١ ,٣- ثاني كلوروبروبين، ميثايل أيزوثيوسينات عندما يراد مكافحة النيماتودا كهدف أولي، في حين يستخدم ثاني كبريتيد الكربون والكلوروبكرين عند الحاجة إلى مكافحة فطريات التربة بجانب مكافحة النيماتودا وعموما جميع هذه المواد تعتبر معقمات إذا ما استخدمت بجرعات عالية. كما أن كل هذه المركبات يتم انتشارها خلال التربة في صورة غازية ولتحقيق كفاءة عالية في مكافحة النيماتودا فلا بد من التوزيع الجيد خلال التربة حيث لابد من وجود تركيز مناسب من المدخن لمدة زمنية مناسبة لإبادة النيماتودا.

والجدير بالذكر أن المدخنات المستخدمة في الأغراض العامة نادراً ما تستخدم بمفردها لمكافحة النيماتودا بسبب ارتفاع ثمن مستحضراتها ولكنها

تستخدم اقتصاديا في حالة المحاصيل عالية القيمة. ويعتبر بروميد الميثايل له مدى واسع ضد عديد من الآفات مثل النيماتودا، الفطريات، الحشائش والآفات الحشرية إلا أن بإيقاف بروميد الميثايل كمعقم عام للتربة فإن تجهيزاته التجارية سوف تحتوي على نسب عالية متدرجة من الكلوروبكرين لتحقيق الضريبة الكلية لمتطلبات وكالة حماية البيئة الأمريكية EPA. وتستخدم هاليدات الألكيل مثل ثاني بروميد الإيثلين، ١ , ٢- ثاني برومو ٣- كلوروبروبان و١ ,٣- ثاني كلوروبروبين عندما يكون الهدف الأساسي هو مكافحة النيماتودا و تمتاز بإنها رخيصة الثمن، ذات فاعلية عالية و سهولة تطبيقها مقارنة بالمدخنات المستخدمة في الأغراض العامة. وقد تم إيقاف استخدام كل من إثيلين ثاني بروميد و١ , ٢- ثاني برومو ٣- كلوروبروبان إلا أن مركب ١ ,٣- ثاني كلوروبروبين ما زال يستخدم على نطاق كبير وهو يسوق تجاريا كمادة فعالة ولكنه يتواجد أيضا مخلوطاً مع الكلوروبكرين أو الميتام لزيادة مدى الفاعلية وقد يؤدي إيقاف بروميد الميثايل إلى زيادة الاعتماد على هذه المخاليط.

المدخنات المستخدمة في مكافحة النيماتودا سامة للنباتات ويجب استخدامها أو تطبيقها قبل الزراعة بأسبوع أو عدة شهور وبمعدل قدره ٢٠٠-٤٥٠ كجم/ هتكار.

أولاً : المبخرات متعددة الأغراض

١- بروميد الميثايل

$$CH_3Br$$

Methyl bromide

وهو مركب واسع الفعالية موجودة في صورة غازية على درجة الحرارة العادية ولذلك يكون معبأ في صورة غاز مسال تحت ضغط. وهو فعال ضد الحشرات والنيماتودا والفطريات الموجودة في التربة، كما يستخدم في الصوامع للقضاء عل آفات الحبوب المخزونة ويسوق تجاريا باسم داوفيوم Dowfume. وقد سبق ذكر خصائص واستخدامات المركب بالتفصيل.

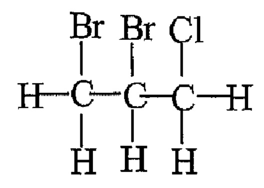
٢- ميثايل أيزوثيوسيانات Methyl isothiocyanate

$$CH_3NCS$$

Methyl isothiocyanate

يُعد الميثايل أيزوثيوسيانات متعدد الأغراض حيث يستخدم لمكافحة النيماتودا، فطريات التربة، حشرات التربة وبذور الحشائش بمعدل ٥, ١٧-٢٥ جم/ م². والمركب سام لجميع النباتات الخضراء ولذلك يجب عدم الزراعة في التربة المعاملة به إلا بعد ضمان تمام تحطمه وتحوله إلى مواد غير ضارة بالنبات وعادة تكون هذه الفترة حوالي ٢١ يوم عندما تكون درجة حرارة التربة أعلى من ١٥ °م، بينما تصبح الفترة اللازمة حوالي ٤٥ يوما إذا كانت درجة حرارة التربة ٥ °م. ويجهز الميثايل أيزوثيوسيانات في صورة مركز قابل للاستحلاب (١٧٥ جم/ لتر) حيث يحقن أو يرش على التربة ثم تغطى لفترة بعد المعاملة، كما توجد مستحضرات تجارية أخرى منه مخلوطاً مع مركب ١, ٣-ثاني كلوروبروبين ويسوق هذا المخلوط تجاريا تحت اسم ترابكس Trapex أو دايترابكس Ditrapex. و تبلغ قيمة LD_{50} للمركب على فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٧٢-٢٢٠ مجم/ كجم وهو مصنف على إنه متوسط الضرر (II) من قبل منظمة الصحة العالمية.

٣- النيماجون Nemagon



Nemagon
1,2-dibromo-3-chloropropane

وهو أحد المواد المستخدمة في تدخين التربة ويمتاز بأن له سمية نباتيه منخفضة إذا ما استخدم تحت ظروف متحكم فيها وذلك لمكافحة النيماتودا في أشجار الموالح ويتم معاملة التربة في صف من الأشجار من جانب واحد في السنة الأولى ومن الجانب الآخر في العام التالي وذلك لتقليل الضرر الكيميائي المباشر. ويسوق المركب تجاريا في تحت الاسم Fumazone.

٤- دازوميت Dazomet

Dazomet
3,5-dimethyl-1,3,5-thiadiazinane-2-thione

يُعد الدازوميت مادة مدخنة ومعقمة للتربة يحدث تأثيره السام بواسطة التثبيط غير المتخصص للأنزيمات وذلك بعد تحوله إلى الميثايل أيزوثيوسيانات. ويطبق المركب قبل الزراعة بمعدل ٢٠٠-٦٠٠ كجم/ هكتار ضد النيماتودا، فطريات التربة، الحشائش والحشرات التي تسكن التربة. كما يستخدم المركب كمادة حافظة للأصباغ الحيوانية والغراء. ويسوق المركب تجاريا في صورة مسحوق قابل للبلل أو محببات أو مساحيق تعفير وتحت اسم Crag، Basamid و Micofume.

٥- الكلوروبكرين

وقد سبق ذكره بالتفصيل.

ثانياً : مبخرات النيماتودا

١- **١ ,٣- ثاني كلوروبروبين 1,3-dichloropropene**

(E) (Z)

1,3-dichloropropene

يتكون مركب ١ ,٣ - ثاني كلوروبروبين من خليط بنسب متساوية من المشابهين E وZ ويعتبر المشابه Z هو الأكثر فعالية ضد الآفات. وعادة يحقن المركب في التربة على عمق ١٥-٢٠سم بمعدل ٦٠ — ٣٥٠ لبرة/ هكتار مع تغطية سطح التربة تماما بغطاء من البلاستيك لمنع تطاير المركب. ويراعى أن لا يطبق المركب بالقرب من

النباتات، أن تترك الأرض بدون زراعة لمدة تصل إلى ٧ أيام حيث أن لهذا المركب تأثير ضار على النباتات الخضراء و أن تطول فترة تحريم الزراعة إذا ما كانت التربة رطبة أو أن الجو باردا. ويستخدم المركب قبل الزراعة لمكافحة أنواع عديدة من النيماتودا التي تهاجم أشجار الفاكهة، النقل، الشليك، الكروم، المحاصيل الحقلية، الخضروات و المحاصيل الزهرية. كما يستخدم المركب بصفة ثانوية لمكافحة الحشرات، الفطريات والفيروسات الممرضة.

ويسوق هذا المركب تجاريا في صورة سائلة و تحت اسم DD، Nematrap، Telone II وNematox. كما يخلط مع الكلوروبكرين لزيادة القدرة التعقيمية ويسوق تجاريا في هذه الحالة تحت اسم Telone C-35 أو Telone EC. وتبلغ قيمة LD_{50} لذكور فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ١٥٠ مجم/ كجم.

٢- ثاني بروميد الإيثلين Ethylene dibromide (EDB)

$$BrCH_2CH_2Br$$

EDB

1,2-dibromoethane

يستخدم ثاني بروميد الإيثلين كمادة مدخنة لمعاملة التربة لمكافحة النيماتودا، الديدان السلكية وحشرات التربة، كما يستخدم في تدخين المخازن و الصوامع لمكافحة آفات الحبوب المخزونة. كما يستخدم المركب بمعدل ٢٠٠-٦٠٠ كجم/ هكتار لمكافحة الفطريات خاصة الفيوزاريزم و الريزوكتونيا و في مراقد البذور و المسطحات الخضراء والحوليات كمادة طاردة للطيور. و المركب متوفر تجاريا في صورة سائلة (٢,٤٤ كجم/ لتر) مذابا في مذيب خامل ويسوق تجاريا تحت اسم بروم وفيوم Bromfume أو Celmide. ويعيب المركب سميته للنباتات الخضراء والبذور النامية. و تبلغ قيمة LD_{50} للمركب على فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ١٤٦-٤٢٠ مجم/ كجم.

(٢ , ٢ , ٢ , ٦) مبيدات النيماتودا غير المبخرات Non-fumigants

إذا كانت مبيدات النيماتودا غير متطايرة ففي هذه الحالة يجب إجراء توزيع جيد للمبيد إما بطريقة ميكانيكية أو بالري الغزير بعد المعاملة ومن أمثلة هذه المركبات الكربوفيوران، الأوكساميل والألديكارب التي تنتمي لمجموعة المبيدات الكارباماتية و التي تستخدم أيضا في مكافحة الحشرات، ويضاف إلى ذلك بعض المبيدات الأخرى التي تنتمي لمجموعة المبيدات الفوسفور العضوية والتي تستخدم أيضا لمكافحة النيماتودا مثل الإيثوبروب، فينسلفوثيون، فيناميفوس و مركبات أخرى عديدة. وميكانيكية إحداث للفعل السام للمبيدات الكارباماتية و الفوسفور العضوية هو تثبيط أنزيم AChE حيث أن لهذه المركبات نشاط قاتل للنيماتودا علاوة على إيقاف نموها وهذه المركبات يجب أن تكون في تلامس مع النيماتودا لفترة من الزمن تتراوح بين ٤-٨ أسابيع لمنع العدوى بالنيماتودا وتسمح في نفس الوقت للنمو المبكر لجذور النباتات.

أولاً : مبيدات الفوسفور العضوية

١ - إيثوبروب Ethoprop أو Ethoprophos

$$CH_3CH_2O\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{P}(SCH_2CH_2CH_3)_2$$

Ethoprop
O-ethyl S,S-dipropyl phosphorodithioate

وهو مركب غير جهازي يعمل كسم بالملامسة يحدث تأثيره السام عن طريق تثبيط أنزيم الأسيتايل كولين إستيريز ويستخدم بمعدل (٦ , ١- ٦ , ٦ كجم م.ف/ هتكار) لمكافحة النيماتودا المتطفلة والحشرات التي تعيش في التربة والتي تهاجم النباتات الحولية، البطاطس، البطاطا، الطماطم، الخضروات، الموالح، الموز والأناناس. ومستحضراته التجارية تكون في صورة محببات (١٠٠ جم م٠ف/ كجم) أو مركز قابل للاستحلاب (٧٠٠ جم/ لتر) ولو أن المحببات هي الأفضل في الاستخدام. ويسوق الإيثوبروفوس تجاريا تحت اسم Mocap أو Rhocap أو Vimoca. وتبلغ قيمة LD_{50}

للمركب على فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٦٢ مجم/ كجم وهو شديد الضرر جداً (Ia) تبعا لتصنيف منظمة الصحة العالمية. وتبلغ قيمة DT_{50} في الأراضي التي تحتوي على المواد الدبالية حوالي ٨٧ يوم، بينما في الأرض الرملية حوالي ١٤-٢٨ يوماً.

٢- فينسلفوثيون Fensulfothion

$$\begin{matrix} C_2H_5O \\ C_2H_5O \end{matrix} \rangle \overset{\overset{O}{\|}}{P} - O - C_6H_4 - \overset{\overset{O}{\|}}{S} - CH_3$$

Fensulfothion
O,O -diethyl O -[4-(methylsulfinyl)phenyl] phosphorothioate

وهو مبيد فعال بالملامسة ضد النيماتودا والحشرات التي تعيش في التربة وتتطفل على جذور النباتات. ويوصى باستخدامه لمعاملة التربة نظراً لإنه ثابت وفعال في التربة لفترة كافية يعطي خلالها حماية جيدة، كما أن له بعض التأثير الجهازي. ويجهز المركب في صورة مركزات قابلة للاستحلاب أو محببات و تحت اسم Dasanite أو Terracur. ويمكن تقريبا خلط المركب مع كل المبيدات الحشرية و الفطرية ما عدا المبيدات القلوية. و تتراوح قيمة LD_{50} للمركب على فئران التجارب عن طريق الفم من ٢-١٠ مجم/ كجم.

٣- فيناميفوس Fenamiphos

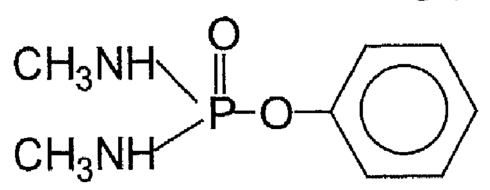
$$CH_3S - C_6H_3(CH_3) - O\overset{\overset{O}{\|}}{P}(OCH_2CH_3)NHCH(CH_3)_2$$

Fenamiphos
ethyl 4-methylthio-m-tolyl isopropylphosphoramidate

يُعد مبيد الفيناميفوس جهازي وبالملامسة يمتص عن طريق الجذور وينتقل إلى الأوراق و يحدث تأثيره السام عن طريق تثبيط أنزيم AChE ويوصى باستخدام المبيد للاستخدامات العامة رشا أو معاملة التربة بمعدل ٥-٢٠ كجم/ هتكار ضد

النيماتودا المتطفلة خارجيا وداخليا و النيماتودا الحرة ونيماتودا تعقد الجذور والتي تهاجم الموز، الأناناس، العنب، الموالح، الفاكهة ذات النواة الحجرية، الطماطم، البطاطس، الخضروات وقصب السكر. كما أن للمركب استخدامات ثانوية أخرى مثل مكافحة الحشرات الماصة والحلم. والمستحضرات التجارية للفيناميفوس تكون في صورة مركز قابل للاستحلاب (٤٠٠ جم م٠ف/ لتر) أو محببات (٥٠ أو ١٠٠ جم م٠ف/ كجم) والاسم التجاري له هو Nemacur أو Fenami. و تبلغ قيمة LD_{50} للمركب على فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٦ مجم/ كجم وهو شديد الضرر جداً (Ia) تبعا لتصنيف منظمة الصحة العالمية. ويتحلل المركب بسرعة في الماء وكذلك على سطح التربة وتبلغ قيمة DT_{50} إلى عدة أسابيع.

٤ – داي أميدوفوس Diamidfos



Diamidfos
phenyl N,N '-dimethylphosphorodiamidate

وهو مركب قابل للذوبان في الماء ويسهل انتشاره مع ماء الري أو يخلط مع التربة وهو فعال ضد نيماتودا تعقد الجذور في التربة. وتبلغ قيمة LD_{50} للمركب على فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٤٠ مجم/ كجم وسميته منخفضة نسبياً للأسماك والكائنات المائية وعدم قدرته على التراكم في السلسلة الغذائية للكائنات المائية. والاسم التجاري للمركب Nellite.

٥ – كادوسافوس Ebufos أو Cadusafos

$$CH_3CH_2OP(=O)(S\,CH(CH_3)CH_2CH_3)_2$$

Cadusafos
S,S-di-sec-butyl O-ethyl phosphorodithioate

وهو مبيد نيماتودي وحشري تم اكتشافه بواسطة شركة FMC ويحدث المركب تأثيره السام بتثبيط أنزيم AChE حيث يعمل المركب كسم بالملامسة ومعديا. ويستخدم المركب تجارياً لمكافحة عديد من أنواع النيماتودا وخاصة نيماتودا تعقد الجذور وكذلك يرقات الديدان السلكية وكثير من حشرات التربة التي تهاجم زراعات الموز، الموالح، الذرة، البطاطس، قصب السكر والخضروات حيث يستخدم بمعدل ٣-١٠كجم/ هكتار في صورة محببات أو مستحلب زيت في الماء. والاسم التجاري للمركب هو Apache أو Rugby أو Taredan. وتبلغ قيمة LD_{50} لفئران التجارب عن طريق الفم حوالي ١ , ٣٧مجم/ كجم هو مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه شديد الضرر (Ib). وتتراوح قيمة DT_{50} في الترب من ١١-٥٥ يوماً.

٦- تيربوفوس Terbufos

$$(CH_3)_3CSCH_2S\overset{\overset{\displaystyle S}{\|}}{P}(OCH_2CH_3)_2$$

Terbufos

S-tert-butylthiomethyl O,O-diethyl phosphorodithioate

يُعد هذا المركب سما بالملامسة ومعدي و يتم تطبيقه في التربة حيث أن له فاعلية مباشرة ضد مفصليات الأرجل التي تعيش في التربة وخاصة يرقات دودة الذرة ودودة قصب السكر ونيماتودا تعقد الجذور والنيماتودا الحلزونية التي تهاجم زراعات الموز ونيماتودا الجذع التي تهاجم بنجر السكر حيث يستخدم بمعدل ٢٥ , ٠-٢ كجم (م.ف)/ هكتار في صورة محببات. ويسوق تجاريا تحت اسم Contraven أو Counter أو Cyanater أو Hunter أو Terborox أو Terfos. وتبلغ قيمة LD_{50} لفئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٦ , ١مجم/ كجم وهو مصنف على إنه شديد السمية جداً (Ia) وفقا لتصنيف منظمة الصحة العالمية. ويتحطم المركب في التربة عن طريق الأكسدة والتحلل مع عدم حدوث تراكم للمركب في التربة وتبلغ قيمة DT_{50} في التربة من ٩-٢٧يوماً.

ثانياً : مبيدات الكاربامات

وقد سبق ذكرها بالتفصيل.

ثالثاً : مبيدات نيماتودية أخرى

خلال الأربعين سنة الماضية، تم دراسة وتقييم العديد من المبيدات الأخرى ضد النيماتودا المتطفلة على النبات ولكن سمح للقليل منها أن تستخدم فى مكافحة النيماتودا. ولعل كان أكثر هذه المبيدات فعالية مركب الدايازينون Diazinon الذي يتبع المبيدات الحشرية الفوسفورية العضوية ومبيد البنوميل Benomyl والمستخدم كمبيد فطري. ولازالت الأبحاث جارية لإعادة تقييم بعض المبيدات القديمة التى منع استخدامها في السابق مثل أزيد الصديوم Sodium azide ويوديد الميثايل Methyl iodide ولكن ربما تفشل المحاولات لتسجيل هذه المركبات نظرا لتكاليف إنتاجها الباهضة بالاضافة إلى مشاكل أخرى مثل حركتها فى التربة. ولكن الحاجة ماسة في الوقت الحالي لوجود بدائل حديثة لمبيد بروميد الميثايل والذى سحب حديثا من الأسواق نظرا لسميتة العالية وتأثيره الضار على طبقة الأوزون. ويبدو أن علماء النيماتودا أعادوا تركيزهم واهتمامهم بشكل أكبر على مبيد الكلوروبكرين و الميتام وكذلك 1,3-D لتكون البدائل الأكثر فعالية لمكافحة النيماتودا النباتية.

(٦,٣) مبيدات القواقع Molluscicides

(١ ,٣ ,٦) مقدمة

تسبب القواقع أضرار جسيمة للمحاصيل وتقلل من القيمة الاقتصادية للمحاصيل الخضراء والجذرية والخضروات وخاصة في الربيع الرطب. ولا توجد طريقة مرضية لمكافحة القواقع حتى الآن، ولكن يمكن القول بأن أحسن أو أكثر الطرق فعالية هي استخدم الطعوم السامة من الميتالدهيد (ميتا meta)، إلا أن الميتا لا يعطي مكافحة مرضية تحت الظروف الحقلية ولذا تم استخدام مركبات أخرى مثل Aldicarb، Phorate، Methiocarb، Carbaryl و Thiocarboxime ولكن هذه المركبات لها سمية مرتفعة للإنسان والحيوانات المزرعية.

وتُعد القواقع المائية عائل وسيط في دورة حياة البلهارسيا التي تهاجم الإنسان وتسبب له بعض الأمراض. ومعظم المركبات الفعالة ضد القواقع المائية تكون مركبات محبة للذوبان في الدهون Lipophilic comounds فيما عدا كبريتات النحاس والتي تعتبر مركب محب للذوبان في الماء Hydrophilic compound والتي مازالت تستخدم ضد القواقع الأرضية والمائية.

(٢ , ٣ , ٦) تقسيم مبيدات القواقع

يمكن تقسيم مبيدات القواقع تبعاً للتركيب الكيماوي إلى :

(١ , ٢ , ٣ , ٦) مبيدات القواقع غير العضوية-

١- كبريتات النحاس Copper Sulfate

تُعد كبريتات النحاس $CuSO_4$ من أهم مبيدات القواقع غير العضوية والتي تستخدم لمعاملة المجاري المائية والقنوات و التي مازالت تستخدم بكميات كبيرة حتى الآن. وتمتاز كبريتات النحاس بأن التركيزات المنخفضة (تتراوح بين ٢-٣ جزء في المليون من أيون النحاس) ذات فعالية عالية حيث تؤدي هذه التركيزات إلى قتل كل القواقع بعد ٢٤ ساعة من التعرض علاوة إنها رخيصة الثمن، إلا أنه يعيب كبريتات النحاس قصر مدة تأثيرها، تأثيرها السام على الأسماك و تحولها إلى مادة غير نشطة في وجود المياه العسرة القاعدية حيث تتحول إلى كربونات قاعدية وإدمصاصها على سطح معادن الطين. وتبلغ قيمة LD_{50} عن طريق الفم حوالي ٤٧٠ مجم/ كجم.

٢- فوسفات الحديديك Ferric phosphate ($FePO_4$)

وقد تم تسجيل هذا المركب في أمريكا عام ١٩٩٧م وفي ألمانيا عام ١٩٩٨م كمبيد للبزاقات Slugs والقواقع ذات الصدفة Snails والتي تهاجم الخضروات، أشجار الفواكه والحوليات في الحقل والبيوت المحمية. والمركب تقريباً لا يذوب في الماء، كما أنه ثابت لمدة ١٤ يوم على درجة حرارة ٥٤°م ويسوق تجاريا تحت اسم Ferramol. وتبلغ قيمة LD_{50} على فئران التجارب عن طريق الفم أكبر من ٥٠٠٠ مجم/ كجم.

(٢,٢,٣,٦) مبيدات القواقع العضوية

١ – مشتقات الألدهيد Metaldehyde

Metaldehyde
2,4,6,8-tetramethyl-1,3,5,7-tetraoxacyclo-octane

يُعد الميتالدهيد هو أهم هذه المركبات وهو ناتج تجمع أو بلمرة ٤ جزيئات من الأسيتالدهيد في محلول كحولي على درجة حرارة أقل من ٣٠°م في وجود حمض الكبريتيك والذي يحفز التحول الداخلي لأحادي البوليمر إلى عديد البوليمر. والمركب له تأثير كسم معدي وبالملامسة حيث يعتبر مادة جاذبة وسامة للقواقع ويحدث المركب للبزاقات المسممة به تحطماً للخلايا التي تقوم بإفراز المادة المخاطية وكذلك جفاف ثم موت. ويستخدم الميتالهيد بنجاح في مكافحة كل من البزاقات و القواقع ذات الصدفة التي تصيب المحاصيل الزراعية والبساتين. ويسوق المركب تحت اسم Cekumeta أو Hardy أو Meta Metaldehyde أو MifaSlug في صورة طعوم حبيبية أو طعوم جاهزة أو مكعبات. وتبلغ قيمة LD_{50} على فئران التجارب عن طريق الفم ٢٨٣مجم/ كجم وهو متوسط الضرر (II) وفقا لتصنيف منظمة الصحة العالمية. ويتحطم المركب في التربة تحت الظروف الهوائية واللاهوائية إلى ثاني أكسيد الكربون وماء.

٢– خامس كلوريد الفينول Pentachlorophenol (PCP)

PCP
Pentachlorophenol

يستخدم خامس كلوريد الفينول في صورة محلول ملح الصوديوم لمكافحة القواقع المائية التي تعتبر وسيط للبلهارسيا وهو فعال بتركيزات قليلة في حدود جزء في المليون (ppm) وهو أقل إدمصاصا عن النحاس وأكثر سمية ضد بيض القواقع. والمركب مجهز لتخفيفه بمادة هيدروكربونية أو مجهز ليكون في صورة محلول مستحلب. ويسوق المركب تجارياً تحت اسم Biocel Sg 85 أو Dowicide أو Santobrite. وتبلغ قيمة LD_{50} على فئران التجارب عن طريق الفم ٢١٠ مجم/ كجم وهو شديد الضرر (Ib) وفقا لتصنيف منظمة الصحة العالمية. والمركب ذات مثابرة عالية جداً في البيئة.

٣- نيكلوزأميد Niclosamide

Niclosamide
2>,5-dichloro-4>-nitrosalicylanilide

وهو أحد مشتقات الكاربامات وهو فعال ضد القواقع المائية و بيض القواقع حيث يعمل كسم تنفسي ومعدي. والمركب أيضا فعال ضد القواقع في الأرز وكذلك ضد الدودة الشريطية في مزارع الحيوانات. والمركب مجهز تجاريا في صورة مركزات قابلة للاستحلاب تحت اسم Bayluscide. وتبلغ قيمة LD_{50} على فئران التجارب عن طريق الفم أكبر من ٥٠٠٠ مجم/ كجم وهو قليل الضرر (III) وفقا لتصنيف منظمة الصحة العالمية. ويختفي المركب بسرعة جداً من حقول الأرز حيث تصل قيمة DT_{50} لأقل من ٨ ساعات.

٤- ميثيوكارب Methiocarb

$$CH_3NH-\overset{\overset{O}{||}}{C}-O-C_6H_2(CH_3)_2(SCH_3)$$

Methiocarb
4-methylthio-3,5-xylyl methylcarbamate

يتبع الميثيوكارب المبيدات التي تنتمي لمجموعة الكاربامات التي تحدث تأثيرها السام بتثبيط أنزيم الكولين إستيريز حيث يعمل المركب كسم عصبي وله تأثير عن طريق الملامسة والمعدة. والمركب غير جهازي يستخدم لمكافحة القواقع الأرضية، الحشرات، الأكاروس، وكمادة طاردة للطيور. وهو يستخدم لمكافحة القواقع ذات الصدفة الخارجية والبزاقات في كثير من المحاصيل الزراعية و داخل وحول حدائق الزهور. ويجهز المركب تجارياً في صورة مساحيق قابلة للتعلق، طعوم محببة، طعوم جاهزة للاستخدام، معلقات مركزة ومساحيق قابلة للبلل وتحت اسم Mesurol أو Draza. وتبلغ قيمة LD_{50} على فئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٢٠ مجم/ كجم وهو يعتبر متوسط الضرر (II) وفقا لتصنيف منظمة الصحة العالمية.

الفصل السابع

مبيدات الآفات الحيوانية الفقارية

Chemical used Against Vertebrates

● الأهمية الاقتصادية للقوارض ● علامات الإصابة بالفئران ● أضرار القوارض ● طرق مكافحة القوارض ● تقسيم مبيدات القوارض ● آلية إحداث الفعل السام للمبيدات مانعة التجلط ● صور استخدام مبيدات القوارض

(١ , ٧) الأهمية الاقتصادية للقوارض

تشكل القوارض خطراً كبيرا يهدد المحاصيل الزراعية والخضر والفاكهة سواء في الحقل أو في المخازن أو في مزارع الإنتاج الحيواني، علاوة على مهاجمة المنازل و المصانع والمستشفيات والمنشآت العامة. كما تقوم الفئران بنقل كثير من الأمراض للإنسان والحيوان مثل الطاعون، حمى التيفوس، حمى عضة الفأر و أمراض التسمم الغذائي البكتيري.

يصل عدد أنواع القوارض إلى أكثر من ٦٠٠٠ نوع وتتميز بأن لها قواطع حادة بالفك العلوي والسفلي وهذه الأسنان الأمامية تنمو بصفة مستمرة. وتعتبر الفئران ضعيفة الإبصار حيث لا تستطيع تمييز الألوان ولكنها تحدد فقط الشكل الخارجي للأشياء ولذلك فإن تغير ألوان الطعوم السامة لا يؤثر على مدى إقبال الفئران على الطعوم. أما حاسة اللمس فهي من أقوى الحواس عن طريق الشوارب Whiskers وفروة الجسم حيث تمكن الفئران من تحسس طريقها للوصول إلى أماكن معيشتها. وللفئران حاسة سمع قوية جداً حيث يمكنها أن تميز الأصوات فتتجنب مناطق الخطر. أما حاسة التذوق لدى الفئران فهي تماثل تقريباً حاسة التذوق لدى الإنسان ولذا فإن الفئران يستطيع التعرف على التركيزات المنخفضة من المواد الكيميائية وبالتالي تستطيع

أن تتحرى بكل دقة عن المواد الغريبة مثل المواد السامة التي تتواجد في الطعوم. ويجب الإشارة هنا أن الفئران لا تستطيع أن تتقيأ أي مواد قد تبتلعها ولكن إذا ما اكتشفت الفئران أن هذه المواد سامة وغير مألوفة لديها فإنه يمكنها أن تخرج هذه المواد قبل دخولها إلى المعدة عن طريق الفجوة الموجودة بين القواطع والضرس. وتعتبر حاسة الشم لدى الفئران قوية جداً حيث تستطيع أن تميز رائحة الإنسان والطعوم السامة ولذا من الضروري غسيل المصايد جيداً بالماء المغلي والصابون بعد صيد أي من الفئران بواسطة هذه المصايد. وعادة تسكن الفئران ممرات تحت الأرض حيث يوجد بها مكان للمعيشة وآخر لتخزين الطعام وتختلف أماكن تواجد الفئران باختلاف الأنواع فمنها يتواجد في الحدائق والمزارع مثل الفأر المتسلق، ومنها يتواجد في المناطق الرطبة الغنية في المواد العضوية مثل الفأر النرويجي، ومنها ما يتواجد بكثرة في المنازل مثل الفأر المنزلي (فؤيرة المنزل) وأخرى تسكن المخازن مثل الفأر الشوكي. وتلد الأنثى سنويا ٣١-٤٢ فأر حسب النوع وتمارس الفئران نشاطها ليلا وخاصة بعد الغروب بحيث يكون مسارها في الأماكن المختبئة وبجوار الحوائط. ومن أنواع الفئران المنتشرة والتي تشكل خطراً اقتصادياً هي الفأر المتسلق، الفأر النرويجي، الفأر النيلي، الفأر السيسي والفأر الشوكي.
ويرجع انتشار الفئران وزيادة أعدادها بدرجة كبيرة في السنوات الأخيرة إلى :

١- تطهير الترع والمصارف من الحشائش مما أدى إلى تراكم هذه الحشائش واتخاذ الفئران مأوى لها.

٢- عدم الاهتمام بالعمليات الزراعية مثل الحرث، العزيق وخدمة الأرض الزراعية.

٣- ترك المحاصيل فترة طويلة في المزرعة بعد الحصاد.

٤- الزراعة على مدار العام وعدم ترك فترات بدون زراعة للتجهيز للمحصول التالي.

٥- سوء عمليات التخزين وعدم تطوير أساليب التخزين.

٦- التوسع العمراني و استصلاح مساحات كبيرة من الأراضي الصحراوية.

٧- الاستخدام العشوائي للمبيدات الحشرية مما أدى إلى القضاء على بعض الأعداء الحيوية.

٨- الإهمال في عمليات صيانة الصرف الصحي.

٩- بناء السدود والتي أدت إلى منع الفيضانات التي تدمر جحور الفئران.

(٢, ٧) علامات الإصابة بالفئران

هناك مظاهر أو علامات يمكن الحكم بها على تواجد الفئران والتي تختلف عن الإصابة بالطيور والحيوانات الأخرى وهذه المظاهر هي:

١- علامات مباشرة وذلك برؤية الفئران تتجول في المكان أو المنطقة المصابة.

٢- علامات غير مباشرة ومنها:

أ) آثار حركة الفئران على سطح التربة الناعمة و يمكن الكشف عنها بنثر دقيق أو مسحوق التلك ومشاهدته بعد فترة.

ب) آثار التغذية على المحاصيل الزراعية مثل وجود آثار للقرض سواء للثمار أو النباتات.

جـ) وجود البراز.

د) وجود فتحات الجحور.

هـ) وجود بعض الهياكل العظمية للفئران وذلك نتيجة افتراس بعض الحيوانات لها.

و) اصطياد المصائد للفئران دليل على وجود فئران بالمنطقة.

(٣, ٧) أضرار القوارض

١- تسبب القوارض أضرارا وخسائر شديدة في المحاصيل والمنتجات الزراعية في الحقل والمخازن حيث تتلف الفئران أكثر مما تأكل بل أحيانا تقرض أشياء لا تتغذى عليها على الإطلاق.

٢- تعتبر الفئران ناقل خطير لأمراض عديدة للإنسان والحيوان مثل الطاعون، التيفوس وداء الكلب.

٣- يحتوي براز الفئران الذي يلوث المواد الغذائية والحبوب في المخازن على بكتريا تسبب التسمم الغذائي، كما تفقد هذه الحبوب كثيرا من قيمتها الاقتصادية.

٤- تسبب القوارض تلف للمنشآت العامة والمصانع حيث تقرض الكابلات الكهربائية، أنابيب المياه و الخرسانة.

وللأهمية الاقتصادية للفئران وزيادة أعدادها بصورة وبائية فإنه من الضروري وضع الخطوط الإرشادية والأسس العلمية السليمة لمكافحة الفئران بطرق تكفل الحد من تعداد الفئران. فأولى هذه الخطوات هي تسجيل الخسائر الناجمة عن الفئران وذلك بتحديد الحد الاقتصادي للإصابة وتحديد الكثافة العددية للفئران، ثم وضع تصور عام لمناطق الإصابة ثم مقارنة مدى قابلية المحاصيل للإصابة بالفئران و تحديد الطعوم ثم تحديد طرق عمليات المكافحة وتوقيتها.

(٤, ٧) طرق مكافحة القوارض

تعتمد فكرة المكافحة الفعالة للقوارض على حرمانها من مصادر الطعام وأماكن المعيشة بجانب اتباع برامج المكافحة المتكاملة لها والتي تشمل طرقا وقائية وأخرى علاجية. يجب أن تكون هذه الطرق رخيصة الثمن، فعالة تحت الظروف البيئية المختلفة وذلك عند اختيار الطعم المناسب مع المبيد المناسب. ويتوقف نجاح عمليات المكافحة على الطعوم المستخدمة من حيث سعرها، مدى توافرها، قابليتها للتخزين حيث أن الطعوم المخزنة لفترة طويلة أو المتخمرة أقل جاذبية للفئران، قابلية للفئران للطعم بحيث يجب أن تكون أكثر جاذبية من المواد الغذائية الأخرى المتوفرة في المنطقة المراد مكافحة القوارض بها، وجود الطعم في صورة يسهل للفئران تناولها مثل الحبوب المجروشة جرشاً متوسطاً، أن تكون الطعوم من المحاصيل السائدة وذلك بعد إخلاء المحصول الاقتصادي من المزرعة أو إضافة شمع البرافين إلى الطعوم المستخدمة لمكافحة القوارض في المصارف و الترع والمناطق المبتلة.

هذا ويجب الأخذ في الاعتبار الوقت المناسب لإجراء عمليات المكافحة حتى نضمن الحصول على نتائج جيدة للحد من هذه القوارض وأضرارها ويعتبر أفضل الفترات لمكافحة الفئران هي فترات عدم نضج المحصول الاقتصادي حتى لا تترك الفئران الطعوم السامة وتتغذى على المحصول الناضج والذي يعتبر محبب لها، كما أنه يفضل إجراء عملية المكافحة عند خلو الأرض من المحاصيل المزروعة حتى تكون الطعوم السامة هي البديل الوحيد للتغذية.

وتشمل طرق مكافحة القوارض استخدام طرق وقائية و أخرى علاجية.

(١ , ٤ , ٧) الطرق الوقائية

ويقصد بها حماية المحاصيل ومنع الفئران من الوصول إليها وهي تشمل :

(١ , ١ , ٤ , ٧) الطرق الزراعية

وهي مجموعة من العمليات الزراعية التي ينصح بإجرائها للحد بقدر المستطاع من كثافة الفئران و ذلك للحد بقدر الإمكان من الاعتماد على الطرق الكيميائية. وتشمل الطرق الزراعية ما يلي :

١- نظافة البيئة والحقول من الأعشاب والمخلفات الزراعية وإزالة أكوام القمامة أولا بأول.

٢- عدم ترك المحاصيل بعد حصادها في الأرض و يفضل نقلها إلى أماكن تخزينها.

٣- إزالة التلال و الجحور والمستنقعات المتواجدة بالمزرعة التي تتخذها الفئران مأوى لها.

٤- ينصح باتباع دورة زراعية مناسبة يكون من ضمنها زراعة محصول غير مقبول للفئران.

٥- تعتبر عملية توحيد مواعيد الخدمة والعمليات الزراعية في الحقول المجاورة وسيلة جيدة لمنع انتقال أسراب الفئران من الحقول أثناء خدمتها إلى حقول مجاورة لا يتم خدمتها في نفس الوقت.

٦- زراعة محاصيل غير محببة للفئران حول المحاصيل الرئيسية.

(٢ , ١ , ٤ , ٧) استخدام الأسوار المعدنية والأسلاك الشبكية والمكهربة

حيث تعمل كحواجز وقائية تمنع الفئران من مهاجمة المحاصيل، ويعيب استخدام الأسوار هو التكاليف العالية، بينما تمثل الأسلاك المكهربة خطورة للسكان.

(٣ , ١ , ٤ , ٧) استخدام المواد الطاردة

على أن تكون هذه المواد آمنة الاستخدام للإنسان ولو إنه يفضل قتل الفئران.

(٤ , ١ , ٤ , ٧) استخدام الموجات فوق الصوتية والموجات الكهرومغناطيسية

ويعيبها أن الفئران قد تتعود عليها فتصبح غير فعالة.

(٢ , ٤ , ٧) الطرق العلاجية

ويقصد بالطرق العلاجية القضاء على الفئران بعد وصولها إلي المحصول وبداية إحداثها ضررا للمحاصيل وتشمل الطرق العلاجية :

(١ , ٢ , ٤ , ٧) الطرق الميكانيكية

والتي تشمل استخدام المصايد على نطاق ضيق مثل المنازل والمخازن أو استخدام الألواح اللاصقة كما هو الحال في المنازل و المطاعم و المخازن أو القتل اليدوي أو غمر الجحور بالماء وهدمها. وعند استخدام الألواح اللاصقة يفضل وضع ثقل على اللوح اللاصق حتى لا تستطيع الفئران الهروب باللوح اللاصق وتتخلص منه.

(٢ , ٢ , ٤ , ٧) الطرق الحيوية

وهي تشمل على :

١- استخدام المفترسات أو الأعداء الحيوية مثل القطط والطيور الجارحة وبعض أنواع الحيوانات التي تتغذى على الفئران مثل النمس والزواحف و أبو قردان.

٢- استخدام المعقمات الجنسية وهي المواد التي تعمل على خفض مقدرة الفئران على التكاثر سواء للذكور أو الإناث، إلا أن يعيب هذه المواد إنها ذات خطورة على الإنسان بالاضافة إلى ارتفاع تكاليفها.

٣- استخدام الممرضات حيث أن هناك بعض الكائنات الحية الدقيقة مثل ميكروب السالمونيلا لها مقدرة على إحداث بعض الأمراض القاتلة للفئران، إلا أن الأفراد التي تقاوم هذا الميكروب تكتسب مقاومة وتستطيع أن تتكاثر بدرجة كبيرة، علاوة على خطورة هذه الطريقة والتي يمكن أن تنتقل بعض هذه الأمراض للإنسان.

(٣ , ٢ , ٤ , ٧) الطرق الكيميائية

هناك طرق كيميائية تقليدية عديدة استخدمت منذ القدم لمكافحة الفئران بواسطة المواد الكيميائية مثل الأسمنت والجبس المضاف إلى طعوم الفئران واللذان يتصلبان داخل معدة الفئران مما يصعب هضمها، كما استخدمت كربونات الباريوم إلا أن التركيزات العالية هي التي تحدث التأثير السام للفئران ومركب الأنتو الفعال فقط ضد الفأر النرويجي. وتعتبر هذه الطرق التقليدية ذات كفاءة إبادية أقل وذلك لعدم إقبال الفئران عليها ونفورها أو لسمية بعضها للإنسان. والآن يتوافر عديد من المركبات الكيميائية والتي يطلق عليها مبيدات القوارض والتي تستخدم على نطاق تجاري كبير لمكافحة القوارض بأنواعها مثل الفؤيرات Mice، الفئران Rats والحيوانات الشبيهة بذلك مثل الأرانب البرية إلا أن اللجوء لاستخدام المبيدات في مكافحة الفئران لا يجب أن يتم إلا عند الضرورة القصوى وفشل الطرق الأخرى في خفض أعدادها إلى الحد الاقتصادي. فعند استخدام هذه الطرق الكيميائية يراعى أن يكون المبيد عديم أو منخفض السمية جداً للإنسان و الحيوان وعديم أو قليل الضرر جداً للمفترسات والأعداء الحيوية وكذلك على البيئة. ويراعى في المبيد المستخدم كمبيد للقوارض أن يكون قاتل للفئران عند تناولها لكميات عادية من الطعم، مقبول لدى الفئران من حيث الرائحة والتذوق، متخصص للفئران فقط، ليست له ظاهرة التسمم الثانوي، انخفاض احتمال ظهور صفة المقاومة، سهولة خلطه مع الطعوم المختلفة ليجهز في صورة طعوم جافة أو مواد سائبة أو كمساحيق للمرات، سهولة توفره ورخص سعره. وعادة ما تكون

المبيدات المستخدمة في مكافحة الفئران على صورة طعوم سامة أو مواد تستخدم كمدخنات وهذه تستخدم في الأماكن المغلقة كجحور الفئران في الحقول أو في المخازن والسفن.

(٥ , ٧) تقسيم مبيدات القوارض

تقسم مبيدات القوارض تبعاً لسرعة مفعولها إلى :

(١ , ٥ , ٧) المبيدات سريعة المفعول أو المبيدات حادة السمية Acute Poisons

وهي المبيدات التي تسبب الموت للفئران بعد مرور فترة قصيرة في حدود ساعات إلى يوم واحد من تناول جرعة واحدة من المبيد. وهذه المبيدات تعطي نتائج سريعة لا بأس بها وذات تكلفة أقل، إلا أن سميتها مرتفعة للإنسان والحيوان ولا يمكن استخدامها أكثر من مرتين في السنة حتى لا يحدث نفور للفئران. ويوصى باستخدام هذه المبيدات في حالة وجود الفئران بكثافة عالية وبصورة وبائية مع وجود خسائر فادحة تتطلب مكافحة فورية وسريعة، كذلك في حالة المناطق التي يكثر فيها تساقط الأمطار التي تسبب فساد المبيدات المسيلة للدم، توقع ظهور صفة المقاومة إذا ما استخدمت المبيدات المسيلة للدم وأخيرا في حالة عدم توفر العمالة الكافية.

وتنقسم مبيدات القوارض سريعة المفعول إلى :

(١ , ١ , ٥ , ٧) المركبات غير العضوية و أهمها :

أولاً : ثالث أكسيد الزرنيخ (As_2O_3) Arsenous oxide

استخدم ثالث أكسيد الزرنيخ منذ القرن السادس عشر لمكافحة القوارض وهي مادة شديدة السمية لكل أنواع الحياة وتستخدم في تحضير الطعوم السامة للقوارض وذلك بخلط ١٠٠جم منها مع كل كجم واحد من القمح المبلل بالماء ثم تنثر في المنطقة المراد مكافحة الفئران فيها ويجب الإشارة هنا إلى أن هذا الطعم في غاية الخطورة خاصة في المناطق المأهولة بالسكان.

ثانياً : فوسفيد الزنك (Zn_3P_2) Zinc phosphide

يحدث فوسفيد الزنك تأثيره السام ضد الفئران عن طريق تفاعله مع أحماض المعدة منتجاً غاز الفوسفين السام (PH_3) الذي يسير مع تيار الدم فيحدث ضررا للكبد، الكلى والقلب، كما أن غاز الفوسفين السام يؤثر على الجهاز التنفسي وعلى أنزيم السيتوكروم أوكسيديز. ويعتبر فوسفيد الزنك من أكثر المبيدات استخداما في مكافحة الفؤيرات، الفئران والسنجاب على صورة طعوم سامة حيث يخلط مع الذرة المجروشة وحبوب القمح المكسورة (٣ كجم من فوسفيد الزنك +٣ كجم زيت طعام كمادة جاذبة للفئران + ١٠٠ كجم من جريش الذرة المتوسط الجرش). ومن الضروري إضافة الزيت إلى الطعم وذلك لزيادة قابلية الفئران للطعم وتثبيت المادة الفعالة على الطعم. ويحدث فوسفيد الزنك الموت خلال ٣-٧ ساعات من تناول الطعم وهو يتحلل بفعل الرطوبة منتجا غاز الفوسفين الذي يعتبر سام جدا للثدييات. ويتميز فوسفيد الزنك بسرعة تحلله (٨-١٠ أيام) مما يجعل بقاءه في البيئة محدود. و فوسفيد الزنك يسبب آلام في معدة الفئران ويجعلها تبحث عن الماء لتشرب لذا نجد الفئران الميتة بجوار مصدر الماء. ويسوق المركب تجارياً تحت اسم Agzinphos أو Commando أو Ratol أو Zinc-Tox في صورة طعم حبوب أو مسحوق بالملامسة أو عجائن أو طعم للاستخدام الفوري أو في صورة مسحوق. وهو شديد السمية جداً حيث تبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٤٥,٧ مجم/ كجم ولذا فهو شديد الضرر (Ib) وفقا لتصنيف منظمة الصحة العالمية.

ثالثاً : فوسفيد الألومونيوم Aluminum phosphide (AlP)

يُعد فوسفيد الألومونيوم خليط غير قابل للاشتعال يتكون من غاز الفوسفين السام، الأمونيا وثاني أكسيد الكربون يحدث تأثيره كسم تنفسي وعصبي وأيضي وهو يستخدم كمدخن لمكافحة القوارض في الحبوب المخزونة و مخازن الغلال والصوامع والمستودعات والحاويات. ويجهز تجارياً في صورة أقراص أو مدخن وتحت أسماء Agtoxin أو Phostoxin أو Al-Phos أو Phostek أو Quickphos. وهو شديد السمية جداً حيث تبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٨,٧ مجم/ كجم.

(٢ , ١ , ٥ , ٧) مبيدات من أصل نباتي

١ - بصل العنصل Red Squil

Scilliroside

3β,6β-6 acetyloxy-3-(β-D-glucopyranosyl oxy)-8,14-dihydroxybufa-4,20,22-trienolide

يُعد مسحوق بصل العنصل من النباتات المعمرة التي تزرع في منطقة البحر الأبيض المتوسط وهو من أهم و أقدم المواد النباتية المستخدمة في مكافحة الفئران الذي يحتوي على مادة فعالة تسمى سكيليروسيد Scilliroside. ويوجد نوعان من بصل العنصل هما بصل العنصل الأحمر والأبيض وكلاهما يحتوي على الجيلكوسيدات، إلا أن البصل العنصل الأحمر *Urginea (Scilla) maritima* هو الذي يستخدم في تحضير الطعوم السامة لمكافحة الفئران دون غيرها من الحيوانات وذلك يرجع إلى أن بصل العنصل يحتوي على مادة تثير رغبه التقيؤ emetic عند الحيوانات بخلاف الفئران وبذلك يلفظ الحيوان الطعم دون إعطائه الفرصة الكافية لإحداث التسمم، أما الفئران فإنها تتميز عن غيرها من الحيوانات بإنها لا تتقيأ على الإطلاق وبالتالي يبقى المستخلص في داخلها إلى أن يعطي تأثيره السام والذي عادة يظهر خلال عدة ساعات، كما أن رائحة بصل العنصل غير مقبولة للحيوانات الأخرى بينما تتقبلها الفئران. ويحضر الطعم بخلط ٢٠ جم من مسحوق بصل العنصل مع ١٠٠ جم من الدقيق و١٠ جم من مسحوق السكر لمكافحة الفأر النرويجي، الفأر البني وفأر الأسطح فقط لأن الفئران المنزلية الصغيرة لا تقبل عليه نظرا لطعمه اللاذع وهو فعال جدا في خفض أعداد الفئران النرويجية في وقت

قصير. ويجب التنبيه هنا إلى إنه لا ينصح باستخدامه إلا بعد انقضاء ٦ أشهر من المرة الأولى حتى لا تتفادى الفئران الطعم أي حتى لا يحدث لها نفور. كما يتميز مستخلص بصل العنصل بإنه لا يحدث تسمم للطيور التي تتغذى على الفئران المسممة به (تسمم ثانوي). ويسوق المركب تجارياً في صورة مساحيق، أو مستخلصات مائية وتحت اسم Silmurin، Rodine وDethdiet. وبسبب سميته الشديدة يجب حفظ المستخلص في عبوته الأصلية المحكمة الغلق في مكان بارد وبعيدا عن الأطفال والمواد الغذائية والمشروبات والعلف. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٠,٧ مجم/ كجم.

٢- ستراكنين Strychnine

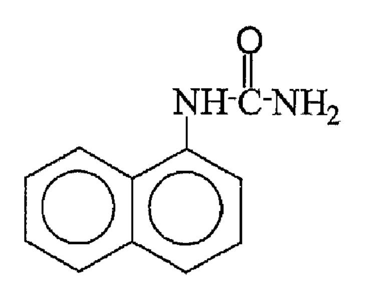
Strychnine
strychnidin-10-one

يُعد الإستراكنين ذات خصائص قاعدية حيث يكون أملاح ذائبة في الماء مع الأحماض وتم إنتاجه باستخلاص بذور بعض أنواع من *Strychnos* أو *Loganiaceae*. ويحدث المركب تأثيره السام عن طريق تضاد فعل مادة الجليسين التي تعمل كناقل العصبي في الحبل الشوكي. والمركب يعمل كمبيد لمكافحة الفؤيرات، حيوانات الخلد، السنجاب، الأرانب البرية والطيور في صورة ملح الكبريتات حيث أنها تمتص عن طريق الأمعاء إلا أن الفئران لحد ما تعتبر مقاومة لفعل الإستراكنين حيث عادة تتجنب الطعم. ويجهز المركب تجاريا في صورة طعوم مركزة أو طعوم جاهزة للاستخدام الفوري. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ١٦ مجم/ كجم وهو مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه شديد الضرر جداً (Ia).

(٣, ١, ٥, ٧) المبيدات العضوية للقوارض

ومن أهمها مركبات :

١ - مركب أنتو Antu



Antu
1-(1-naphthyl)-2-thiourea

وهو من أوائل المركبات العضوية التي استخدمت في مكافحة الفئران وهو عبارة عن مسحوق أبيض مائل للرمادي متخصص ضد الفئران الكبيرة (فأر الغيط) البالغة وله تأثير سريع المفعول ولو أن توالي استخدامه قد يجعل الفئران أكثر تحملا له مع نفور الفئران. ويجهز في صورة طعوم سامة تحتوي على ١٠-٣٠ جم من المادة الفعالة مخلوطة مع كل كيلوجرام واحد من مواد غنية بالبروتينات أو النشويات إلا أن الأنواع الأخرى من الفئران لا تتأثر به كثيرا ولذا فإن استخدامه محدود للغاية، كما أن المركب قد يسبب سرطان للمثانة.

٢- فلوروخلات الصوديوم Sodium Fluoroacetat

$$FCH_2CO_2Na$$

Sodium Fluoroacetate

وهو مبيد شديد السمية للثدييات بصفة عامة ولذا يجب الحذر عند تداول هذا المركب ولا يجب التصريح باستخدامه والتعامل به إلا للأفراد الذين يحملون ترخيص بذلك. ويستخدم في تحضير الطعوم السامة للفئران حيث يحدث تأثيره السام عن طريق تثبيط دورة حمض ثلاثي الكربوكسيل Tricarboxylic acid cycle. ويستخدم المركب في أستراليا لمكافحة الأرانب البرية، الكلاب و الخنازير البرية. ويجهز تجاريا في صورة محلول مائي مركز يستخدم لتحضير الطعوم السامة أو طعوم مركزة. وعادة يلون المستحضر التجاري

بإضافة لون أسود إليه لتمييزه وللتنبيه على إنه شديد السمية وتحضر الطعوم السامة منه بنفس الطريقة السابق شرحها في فوسفيد الزنك. ومن أسمائه التجارية Compound 1088، و Yasoknocr. وتبلغ قيمة LD_{50} ضد الفأر النرويجي *Rattus norvegicus* حوالي ٠,٢٢ مجم/كجم وهو مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه شديد الضرر جداً (Ia).

٣- الفلوروأسيتاميد Fluoroacetamide

$$FCH_2CONH_2$$

Fluoroacetamide
2-fluoroacetamide

يُعد الفلوروأسيتاميد متوسط الفعالية كمبيد للقوارض مع احتمال أقل لحدوث نفور للفئران حيث يحدث تأثيره السام عن طريق التأثير على القلب بصفة أساسية وبصفة ثانوية التأثير على الجهاز العصبي المركزي. ويستخدم المركب لمكافحة الفئران الكبيرة والفؤيرات في المجاري، المخازن المغلقة و الأماكن التي لا يرتادها الناس. ويجهز المركب تجاريا في صورة طعوم محببة تحت اسم Rodex ،Baran أو Rimi. وتبلغ قيمة LD_{50} ضد الفأر النرويجي *Rattus norvegicus* حوالي ١٣ مجم/كجم وهو مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه شديد الضرر (Ib). و يجب الحذر عند تداول هذا المركب بسبب سميته الشديدة للإنسان، كما يجب حفظه في عبوات محكمة الغلق.

٤ - كلورآلوز Chloralose

CH₂OH
HOCH O
OH
O H
O — C
CCl₃

Chloralose
(R)-1,2-O-(2,2,2-trichloroethylidene)-α-D-glucofuranose

المركب له تأثير تخديري يشبه الأفيون حيث يعيق علميات الأيض ويخفض درجة حرارة الجسم لدرجة مميتة. ويحضر الكلورآلوز بتفاعل الكلورال مع الجلوكوز فيتكون الكلورآلوز ويعتبر المشابه α هو الفعال. ويستخدم بكثرة لمكافحة للفئران الصغيرة وكذلك في تقليل الأضرار التي تسببها الطيور حيث تعامل به بذور الحبوب وذلك لطرد الطيور. كما يستخدم المركب لمكافحة الثعالب و الآفات الحيوانية الأخرى الضارة. و يجهز المركب تجاريا في صورة طعم سام يتكون من ١٥ جم من المادة الفعالة مع كل كيلوجرام من الحبوب لمكافحة الطيور أو في صورة طعم سام يحتوي على ٣٠-٤٠ جم مادة فعالة لكل كيلوجرام من مجروش الذرة أو الحبوب المكسورة لمكافحة الفئران الصغيرة وتحت اسم Alfamat يحتوي مادة فعالة بنسبة ٩٠٪ أو Alfa-4 يحتوي مادة فعالة بنسبة ٤٪. وتبلغ قيمة LD_{50} ضد الفأر حوالي ٤٠٠ مجم/ كجم وهو مصنف من قبل منظمة الصحة العالمية على إنه متوسط الضرر (II).

٥- البروميثلين Bromethalin

Bromethalin

α,α,α-trifluoro-N-methyl-4,6-dinitro-N-(2,4,6-tribromophenyl)-o-toluidine

المركب له سمية حادة ضد القوارض حيث يحدث تأثيره السام عن طريق منع عملية الارتباط أو الازدواج في الفسفرة التأكسدية. والبروميثلين فعال ضد الفئران والفؤيرات سواء في داخل أو خارج المنشآت. ويمتاز المبيد بأن له فعالية ضد الفئران المقاومة لفعل المبيدات المانعة للتجلط وعدم نفور الفئران

من الطعوم المختلطة بالبروميثلين. ويعيب المركب سميته الشديدة جداً (Ia) ضد الثدييات حيث تبلغ قيمة LD_{50} حوالي ٢مجم/كجم عن طريق الفم ضد ذكور فئران التجارب.

٦- إيرجوكلاسيفيرول Vitamin D_2 أو Ergocalciferol

Ergocalciferol
(5Z,7E,22E)-(3S)-9,10-secoergosta-5,7,10(19),22-tetraen-3-ol

يُعد المركب من الفيتامينات الطبيعية الأساسية والذي يحدث بالجرعات العالية موت نتيجة فرط الفيتامينات lethal hypervitaminosis والذي يكون مصحوبا بفرط في كالسيوم الدم والكولسترول في المصل. ويستخدم المركب في مكافحة القوارض بعد تناول جرعات متعددة من الطعم. وغالبا يخلط المركب مع مبيد الوارفرين لزيادة الفعالية ويمكن خلطه مع مبيدات القوارض الأخرى. ويجهز المركب في صورة طعوم محببة أو طعوم على هيئة مكعبات أو طعوم جاهزة للاستخدام أو مركزات ذائبة وتحت اسم Sorexa CD. ويمتاز المركب بأمانه النسبي للحيوانات الأليفة وتبلغ قيمة LD_{50} لفئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٢٣,٧جم/ كجم.

٧- فيتامين د ٣ Vitamin D_3 أو Cholecalciferol

Cholecalciferol
(3β,5Z,7E)-9,10-secocholesta-5,7,10(19)-trien-3-ol

يستخدم المركب لمكافحة الفأر النرويجي، فأر الأسطح و الفأر المنزلي بكفاءة وذلك بعد تناول وجبة واحدة أو عدة وجبات من الطعم المسمم حيث يحدث المركب تأثيره السام عن طريق زيادة ترسب الكالسيوم Hypercalcification في الأوعية الدموية و الأعضاء. و يمتاز المركب بعدم نفور الفئران منه حيث تموت الفئران خلال ٢-٤ أيام بعد تناول جرعة مميتة من الطعم. ويجهز المركب تجاريا في صورة طعوم مخلوطة مع الحبوب أو مكعبات شمع أو طعم جاهز للاستخدام الفوري وتحت اسم Racumin D، Quintox وRampage . وتبلغ قيمة LD_{50} لفئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٤٣,٧ مجم/ كجم.

(٤, ١, ٥, ٧) المبخرات المستخدمة في مكافحة الفئران

سيانيد الهيدروجين سائل عديم اللون له رائحة اللوز يمتزج بدرجة كبيرة مع الماء و كثافته تساوي ٠,٦٩٩ جم/ مل يحدث تأثيره السام كسم تنفسي ضد القوارض عن طريق الارتباط بأنزيم السيتوكروم أوكسيديز وبالتالي إيقاف انتقال الأكسجين من الهيموجلوبين إلى خلايا النسيج. يعتبر سيانيد الهيدروجين من أهم هذه المدخنات المستخدمة لمكافحة الفئران والحشرات في الأماكن المغلقة مثل المخازن وسفن الشحن وفي بعض البلدان يستخدم داخل البيوت المحمية. وعادة

يستخدم في صورة أقراص تلقى في جحور الفئران وتتكون هذه الأقراص من ملح سيانيد الصوديوم أو سيانيد البوتاسيوم والتي سرعان ما تتحلل في وجود الرطوبة وينطلق منها غاز السيانور شديد السمية (سيانيد الهيدروجين). أما عند استخدامه في المخازن للتدخين فإنه يتم إضافة حامض الكبريتيك إلى وعاء يحتوي على سيانيد الصوديوم أو البوتاسيوم لينطلق الغاز نتيجة التفاعل ويجب هنا أن تتم عملية الخلط آليا لخطورة الغاز على الإنسان. ونظرا لخطورة هذه المادة فإن استخدامها قاصر على أفراد مدربين مسموح لهم بذلك في مجالات محددة مثل الحجر الزراعي والصوامع. والمستحضر التجاري عبارة عن ٤٠٠ جم سيانيد صوديوم أو بوتاسيوم/ كجم ويسوق تجاريا باسم سيماج Cymag أو في صورة غاز أو مولدات غازية تحت اسم Cyanosil ،Cyclon ، Cyanosil أو Aero Discoids. وهو شديد السمية جداً حيث تتراوح قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم من ١٠-١٥ مجم/ كجم.

(٢ , ٥ , ٧) المبيدات مانعة التجلط Anticoagulant أو المبيدات بطيئة المفعول

تشمل هذه المجموعة مبيدات القوارض بطيئة المفعول حيث يلزم مرور فترة زمنية تصل إلى ٤-٧ أيام أو أكثر حتى تموت الفئران المسممة وتسمى هذه المبيدات بمانعة التجلط نظرا لأن عند تناولها وامتصاصها داخل الجسم تعمل على زيادة سيولة الدم ومنع تكوين جلطة عند حدوث جروح. وتحدث تأثيرها في الفئران بحدوث نزيف في الفم والذي دائما ما تتعرض فيه اللثة للجروح عند قرض المواد. وتتميز المركبات المسيلة للدم بعدم نفور الفئران منها، لها تأثير خادع للفئران حيث تظهر أعراض التسمم بعد مرور ٣ أيام أو أكثر وبالتالي تتناول أعدادا كبيرة من الفئران الطعم فتموت، لا يجب وضع الطعم بدون المبيد لمدة يومين أو ثلاثة حتى يتعود الفأر عليها كما يحدث في حالة المبيدات الحادة السمية ولكن هنا يتم وضع الطعم السام في أول يوم، فعالة بتركيزات صغيرة متكررة، لا تؤثر على الأعداء الحيوية والحيوانات الأليفة والطيور البرية، لا يحدث تسمم ثانوي و يمكن الاستشفاء في حالة التسمم باستخدام فيتامين ك (K).

وتقسم المبيدات المانعة للتجلط إلى :

(١ , ٢ , ٥ , ٧) المبيدات التابعة لمجموعة الكيومارين Coumarin

وهذه المجموعة من المبيدات تحتوي على مجموعة الهيدروكسي كيومارين ضمن تركيبها الكيماوي والرمز العام لهذه المجموعة هو :

Hydroxycoumarin

وتشمل هذه المجموعة :

أولاً : مركبات الجيل الأول First generation compounds

والتي تضم الوارفارين، الكوماكلور، الكوماتتريل.

١ – وارفارين Warfarin

Warfarin

(RS)-4-hydroxy-3-(3-oxo-1-phenylbutyl)coumarin; 3-(α-acetonylbenzyl)-4-hydroxycoumarin

يُعد مبيد الوارفارين مادة مانعة للتجلط حيث يحدث نزيف داخلي عام عن طريق خفض محتوى الدم من البروثرومبين ويحدث تأثيره على الفئران بعد تناول عدة جرعات ويمتاز المركب بعدم وجود نفور للفئران منه ولا يتكون عند الفأر خوف من تناوله عدة مرات كما في حالة المركبات سريعة المفعول.

ويُعد المشابه (S)-(-)-isomer أكثر فعالية بمقدار ٧ مرات عن نظيره المشابه (R)-(+)-isomer كمبيد قوارض. هذا و يستخدم المبيد في صورة طعم سام يحتوي على ٥٠-٢٥٠ مجم من المادة الفعالة لكل كيلوجرام من الطعم لمكافحة الفئران والفؤيرات ويباع الطعم جاهز في صورة طعوم حبوب أو طعوم مركزة أو طعم حبيبي أو طعوم جاهزة للاستخدام الفوري أو مسحوق أو أقراص أو في صورة جيل ويسوق تجاريا تحت اسم Warfarin، WARF 42، Coumafene، Sakarat، Sewarin، Sewercide، CoRax أو RAX. كما أن الملح الصوديومى للوارفارين القابل للذوبان في الماء يذاب في ماء الشرب ويقدم للقوارض للقضاء عليها وتتم هذه المعاملات في الأماكن التي تقل فيها موارد المياه عن الطعام مثل طواحين الدقيق ومخازن الغلال.

ويعيب استخدام الوارفارين إنه يحتاج لوقت طويل للقضاء على الفئران، كما لا ينصح باستخدامه داخل المنازل نظرا لأن الفئران المسممة به سيحدث لها نزيف يمكن أن تلوث به الملبوسات وغيرها. كما يعيبه أيضا أن الفئران قد أظهرت مقاومة له خصوصا في الأماكن التي استعمل فيها على نطاق واسع مثل إنجلترا و يحتاج لكميات كبيرة من الطعوم لإجراء عملية المكافحة. وللتغلب على مشكلة المقاومة التي أظهرتها الفئران لمبيد الوارفارين فقد تم استخدام مركبات أخرى من مجموعة كومارين Coumarins مثل كوماكلور، فيومارين، دايفينكوم، برومادالون و كوماتتريل، كما استخدم ايضا عدد من المبيدات من مجموعة إندانديون Indandiones مثل بيندون و داى فاسينون. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ١٨٦ مجم/ كجم وهو مصنف على إنه شديد الضرر (Ib) من قبل منظمة الصحة العالمية.

٢- كوماكلور Coumachlor

OH CH₂COCH₃ — CH — Cl — O — O

Coumachlor

3-[1-(4-chlorophenyl)-3-oxobutyl]-4-hydroxycoumarin

وهو مبيد للفئران يسبب عدم تجلط الدم في الجروح خاصة الفم عند قرض المواد الصلبة وقد اتضح أيضا أن الفئران لا تستطيع تمييزه وبالتالي لا تخاف من تناول الطعوم المحتوية عليه وبذلك تزيد فعاليته ولكن قابلية الفئران لطعوم الوارفارين أكبر عن طعوم الكوماكلور. والمستحضرات التجارية من هذا المبيد تكون في صورة طعوم جاهزة للاستخدام (٣٠٠ مجم م٠ف / كجم) أو في صورة مكعبات شمعية برافينية أيضا تستخدم كطعوم (٤٠٠ مجم م٠ف/ كجم) أو في صورة مسحوق (١٠ جم م٠ف/ كجم)، كما يمكن نثره داخل الجحور كمسحوق ممرات فيقتل الفئران عن طريق الفم أثناء لعقها لأرجلها الملوثة بالمسحوق والاسم التجاري له تومارين Tomorin أو راتيلان Ratilan.

٣- كوماتتريل Coumatetralyl

Coumatetralyl
4-hydroxy-3-(1,2,3,4-tetrahydro-1-naphthyl)coumarin

يُعد الكوماتتريل مادة مانعة للتجلط ضد القوارض سواء الفئران الكبيرة Rats أو الفئران الصغيرة Mice يحدث تأثيره السام عن طريق منع تجلط الدم وذلك بتثبيط تكوين البروثرومبين في الكبد بعد تغذية الفئران على جرعات عديدة. و يجهز المركب في صورة مكعبات شمع أو طعوم جاهزة للاستخدام الفوري أو بودرة أو مسحوق أو مركزات زيتية أو في صورة سائلة وتحت اسم Racumin. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ١٦,٨ مجم/ كجم وهو مصنف على إنه شديد الضرر (Ib) من قبل منظمة الصحة العالمية.

ثانياً : مركبات الجيل الثاني Second generation compounds

وتشمل الدايفينكوم، البراديفيكوم، بروماديلون، الفلوكومافين والدايفيثالون.

١ - دايفينكوم Difenacoum

Difenacoum
3-(3-biphenyl-4-yl-1,2,3,4-tetrahydro-1-naphthyl)-4-hydroxycoumarin

يحدث المركب تأثيره السام بتثبيط الخطوات التي تعتمد على فيتامين K لعوامل تكوين الجلطة. والمركب فعال ضد الفئران والفؤيرات المقاومة لفعل المبيدات المانعة للتجلط الأخرى. ويجهز المركب تجاريا في صورة طعوم حيث يخلط مع الحبوب بتركيز ٠٠٥ , ٠٪ أو مكعبات شمع أو إنه شديدة أو طعوم جاهزة للاستخدام الفوري وتحت اسم Neosorexa، Ratak، Ridak، Ratalk و Sorexa Gel. والمركب شديد السمية ولذا ينصح بعدم وضع الطعوم في أماكن تواجد المواد الغذائية ومصادر المياه حيث تبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٨ , ١مجم/ كجم وهو مصنف على إنه شديد الضرر جداً (Ia) من قبل منظمة الصحة العالمية.

٢- بروماديلون Bromadiolone

Bromadiolone
3-[3-(4′-bromobiphenyl-4-yl)-3-hydroxy-1-phenylpropyl]-4-hydroxycoumarin

وهو أحد المبيدات المانعة للتجلط من الجيل الثاني والتي تثبط تكوين البروثرومبين ويستخدم في صورة طعوم لمكافحة القوارض حيث يستخدم ضد الفأر المنزلي وفأر الأسطح والفأر النرويجي بما فيها الفئران المقاومة للوارفارين في مناطق وجود الحبوب المخزونة. وهو يجهز المركب تجاريا إما في صورة مركزات أو طعوم جاهزة للاستخدام الفوري أو محببات أو أقراص شمعية وتحت اسم Ratoban، Lanirat و Maki. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ١٢٥ , ١ مجم/ كجم وهو مصنف على إنه شديد الضرر جداً (Ia) من قبل منظمة الصحة العالمية.

٣- الفلوكومافين Flocoumafen

CF_3, CH_2, O, O, O, OH

Flocoumafen

4-hydroxy-3-[1,2,3,4-tetrahydro-3-[4-(4-trifluoromethylbenzyloxy)phenyl]-1-naphthyl]coumarin

يتكون مركب الفلوكومافين من مخلوط من المشابهين Cis و Trans بنسبة تتراوح من ٦٠:٤٠ إلي ٤٠:٦٠ وهو من مبيدات الجيل الثاني التي توقف تكوين البروثرومبين عند استخدامها لمكافحة الفأر المنزلي، الفأر النرويجي و الفأر النيلي حول المباني و الحقول والأماكن الرطبة، كما يستخدم لمكافحة الفئران المقاومة لفعل المبيدات المانعة للتجلط الأخرى. ويجهز المركب تجاريا في صورة مكعبات شمع أو طعوم مخلوطة مع الحبوب أو طعوم جاهزة للاستخدام الفوري أو مسحوق ممرات وتحت اسم Storm أو Stratagem. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٢٥ , ٠ مجم/ كجم وهو مصنف على إنه شديد الضرر جداً (Ia) من قبل منظمة الصحة العالمية.

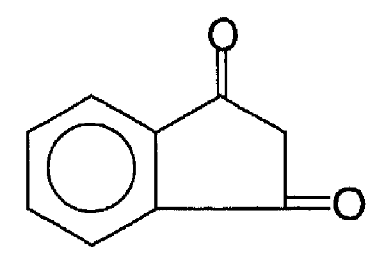
٤- الدايفيثالون Difethialone

Difethialone
3-[(1RS,3RS;1RS,3SR)-3-(4'-bromobiphenyl-4-yl)-1,2,3,4-tetrahydro-1-naphthyl]-4-hydroxy-1-benzothi-in-2-one

يتكون الدايفيثالون من مخلوط راسمي من (1RS,3RS) و(1RS,3SR) بنسبة تقع بين ٠-١٥ إلى ٨٥-١٠٠. و يستخدم المركب لمكافحة الفئران والفؤيرات بما فيها المقاومة لفعل الوارفرين عن طريق إحداث سيولة في الدم. ويجهز المبيد تجاريا في صورة طعوم مخلوطة مع الحبوب أو مكعبات شمعية تحت اسم Baraki، Frap، Generation وRodilon. وتبلغ قيمة LD_{50} للفئران عن طريق الفم حوالي ٠,٥٦ مجم/كجم وهو مصنف على إنه شديد الضرر جداً (Ia) من قبل منظمة الصحة العالمية.

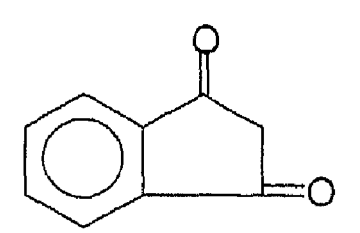
(٢, ٢, ٥, ٧) المبيدات التابعة لمجموعة الإندانديون Indandiones

والتي تحتوي على مجموعة الإندانديون في تركيبها الكيميائي والرمز العام لهذه المجموعة هو :



Indandiones

١ – بندون Pindone



Pindone
2-pivaloylindan-1,3-dione

يُعد البندون من مبيدات القوارض التي تحدث تثبيطاً لتكوين البروثرومبين فتمنع تجلط الدم. ويستخدم المركب في صورة طعوم بتركيز ٢٥٠ مجم/ كجم لمكافحة الفأر النرويجي، فار الأسطح والفأر المنزلي. ويتميز المركب بإنه عديم الطعم والرائحة ولذا فإن القوارض لا تمتنع عن التغذية على الطعم المسمم أي لا يحدث نفور من الطعم. ويسوق الطعم تجاريا في صورة طعوم مخلوطة مع الحبوب أو طعوم مركزة أو مسحوق ممرات أو طعوم جاهزة للاستخدام الفوري تحت اسم Pival أو صورة الملح الصوديومي تحت اسم Pivalyn. وتبلغ قيمة LD_{50} لفئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٢٨٠ مجم/ كجم وهو يعتبر متوسط الضرر (II) من قبل منظمة الصحة العالمية.

٢ – دايفاثينون Diphacinone

Diphacinone
2-(diphenylacetyl)indan-1,3-dione

يحدث مركب الدايفاثينون تأثيره السام بتثبيط الخطوات التي تعتمد على فيتامين K لعوامل تكوين الجلطة حيث تحتاج القوارض لعدة وجبات من الطعم المسمم حتى يحدث المركب تأثيره السام. ويستخدم المركب لمكافحة الفئران الكبيرة،

الفؤيرات، السنجاب الأرضي وكلاب البراري حيث إنه يمتاز عن الوارفارين باحتفاظ الطعم لفعاليته لمدة أطول ويمكن خلطه مع مبيدات القوارض الأخرى. والمستحضرات التجارية تكون في صورة طعوم مركزة أو طعوم جاهزة للاستخدام الفوري تحت اسم Diphacin، Ramik، Tomcat أو Promer. وتبلغ قيمة LD_{50} لفئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٣,٢ مجم/ كجم وهو يعتبر شديد الضرر جداً (Ia) من قبل منظمة الصحة العالمية.

٣- كلوروفاثينون Chlorophacinone

Chlorophacinone
2-[2-(4-chlorophenyl)-2-phenylacetyl]indan-1,3-dione

يُعد المركب من المبيدات التي تحدث سيولة في دم القوارض نتيجة تثبيط تكوين البروثرومبين حيث يكفي جرعة واحدة من المركب قدرها ٥٠ مجم/ كجم طعم حتى يحدث المركب تأثيره القاتل بعد ٥ أيام، كما أن المركب يمنع عملية الازدواج في الأكسدة التنفسية. ويمتاز المركب بعدم نفور الفئران من الطعوم التي تحتويه. وعادة يخلط المبيد مع الطعم بتركيز يتراوح من ٥٠-٢٥٠ مجم/ كجم طعم ليكون طعوم مخلوطة مع الحبوب أو مكعبات شمعية أو طعوم مركزة أو مساحيق ممرات أو طعوم جاهزة للاستخدام الفوري وتحت اسم Redentin، Rozol، Trokat أو Ruby Rat. وتبلغ قيمة LD_{50} لفئران التجارب عن طريق الفم حوالي ٦,٢٦ مجم/ كجم وهو يعتبر شديد الضرر جداً (Ia) من قبل منظمة الصحة العالمية.

(٦ , ٧) آلية إحداث الفعل السام للمبيدات مانعة التجلط

في حالة حدوث جرح تتحلل الصفائح الدموية Platelets وينطلق أنزيم الثرومبوكينيز Thrombokinase الذي يقوم بتحويل البروثرومبين الموجود في الدم إلى الثرومبين، بينما يقوم أنزيم الثرومبين بتحويل الفيبروجين الذائب في الدم إلى صفائح الفيبرين التي لا تذوب في الدم وبذلك تتكون الجلطة الدموية Clotting. ويتكون البروثرومبين في الكبد في وجود فيتامين K. هذا معناه أن البروثرومبين مهم لتكوين الجلطة وأن فيتامين K مهم لتكوين هذا الأنزيم. وتتشابه المبيدات المانعة للتجلط في تركيبها الكيماوي مع التركيب الكيميائي لفيتامين K وبالتالي يمكنها أن تحل محل فيتامين K في الأنزيم المسئول عن تحرير البروثرومبين من الكبد وبالتالي يصبح هذا الأنزيم غير فعال فيتم إيقاف عوامل تكوين الجلطة فيصبح الدم أكثر سيولة فيحدث نزيف داخلي. و من المعروف أن الفئران تقوم بقرض كل شيء وأكل أي نوع من الغذاء وأثناء ذلك يحدث لها نزيف بالفم Bleeding وكذلك أثناء حركتها بالقرب من الحوائط وتسلق الحوائط رأسياً مما يؤدي إلى حدوث نزيف مستمر يؤدي إلي الموت. وعندما تتغذى الفئران على طعوم تحتوي على مبيدات مانعة للتجلط فيحدث سيولة للدم فيخرج الدم من الأنف، الفم، الأذن وجميع فتحات الجسم.

(٧ , ٧) صور استخدام مبيدات القوارض

١ – الصور الغازية مثل استخدام أقراص الفوستكسين.

٢ – الصورة السائلة مثل إذابة المادة الفعالة في الماء أو مذيب خاص وذلك في الأماكن الجافة التي ليس بها مصدر للماء مثل الصوامع والمخازن.

٣– في صورة مساحيق ممرات Tracking powders ويطبق في الجحور أو ممرات الفئران أو الأماكن الضيقة التي يعتقد أن الفئران تمر بها حيث يقوم الفأر بتنظيف أرجله بلعقها.

٤– المكعبات الشمعية وهى تستخدم في المناطق الاستوائية والرطبة مثل مشاتل الأرز وبالوعات الصرف الصحي ومن أمثلة ذلك مركب راكوميين.

٥- الطعوم الجافة حيث تخلط المادة السامة مع بعض المواد الغذائية مثل جريش القمح والذرة أو الحبوب كمادة حاملة للمبيد وتستخدم محطات الطعوم كمكان لوضع الطعم وهذه المحطات عبارة عن ماسورة مقطوعة أو زجاجة بدون رأس أو صندوق من الخشب أو صندوق من الكرتون.

وتمتاز محطات الطعوم بمايلي :

١- إحساس الفأر بالأمان أثناء التغذية على الطعم مما يجعله يتغذى على الطعم عدة مرات.

٢- حماية الحيوانات الأليفة من التسمم الثانوي.

٣- حماية البيئة من التلوث.

٤- عدم وجود متبقيات من المبيدات على المواد الغذائية.

٤- سهولة حساب كمية المبيدات المستهلكة.

٥- حماية الطعم من العوامل الجوية والتي قد تفقده فاعليته.

أما عيوبها :

١- غالية التكاليف.

٢- تحتاج إلى وقت في نقلها.

الفصل الثامن

التحكم المتكامل لآفات النخيل

Integrated Pest Management of Date Palm

• مقدمة • طرق التحكم المتكامل لآفات النخيل

(٨,١) مقدمة

تمثل أشجار النخيل وخاصة نخيل البلح منزلة خاصة للدول العربية والإسلامية لكونها شجرة مباركة فقد كرمها الله سبحانه وتعالى بالذكر في اثنتين وعشرين آية في القرآن الكريم، كما وإنها تعتبر مصدرا للغذاء حيث تحتوي معظم ثمار التمر على معظم المركبات الأساسية من كربوهيدرات وبروتينات وفيتامينات وأملاح معدنية علاوة على بعض المكونات الأخرى. ويصاب نخيل البلح بعديد من الآفات سواء كانت حشرية أو فطرية أو حيوانية والتي تؤثر على إنتاجية النخيل كما ونوعا، علاوة على تأثيرها على الشجرة نفسها والتي قد تنتهي بموتها ومن هنا وجب علينا أن نحمي هذه الشجرة المباركة.

(٨,٢) طرق التحكم المتكامل لآفات النخيل

تشمل المكافحة المتكاملة لآفات النخيل عديد من الطرق لوقاية أشجار النخيل من هجوم الآفات أو علاجه من الآفات التي قد تهاجمه في أي مرحلة من مراحل نموه أو حتى أثناء تخزين التمور.

(١ , ٢ , ٨) الطرق الوقائية

وتشمل الطرق الوقائية ما يلي :

(١ , ١ , ٢ , ٨) الحجر الزراعي

يعد الحجر الزراعي سواء الداخلي أو الخارجي من أهم العوامل التي تساعد على مكافحة الآفات التي تصيب نخيل البلح والحد من انتشارها ففي هذه الحالة يجب إرفاق شهادة منشأ معتمدة من البلد المصدرة للفسائل تفيد خلوها من جميع الآفات ومنع انتقال الفسائل في داخل البلد الواحد إلا بهذه الشهادة.

(٢ , ١ , ٢ , ٨) العمليات الزراعية

يعتبر نظافة البستان من أهم عوامل المكافحة وهذه العمليات تشمل :

١ - تعقيم جميع الآلات المستعملة في العمليات الزراعية المختلفة.

٢ - التخلص من الحشائش المنتشرة بالبستان.

٣- عدم نقل التربة الزراعية من مكان لآخر.

٤ - خلط التربة بالمواد العضوية الطازجة مما يؤدي إلى حدوث تخمرات لا هوائية للمواد العضوية والتي تؤدي إلى خمول الفطريات الممرضة.

٥ - الاهتمام بصرف التربة والتخلص من الماء الراكد فوق سطح التربة.

٦ - استخدام الأصناف المقاومة للآفات.

٧- عدم شراء فسائل أو أشجار نخيل من مناطق مصابة وشرائها من مناطق موثوق بها على أن تكون مصحوبة بشهادة منشأ داخلية.

٨- تزرع أشجار النخيل على مسافة ٨-١٠ متر لمنع انتقال القوارض و الحشرات من نخلة لأخرى، و عدم زيادة الرطوبة بالأشجار والتي تساعد على الإصابة بالأمراض الفطرية.

٩ - تغطية جذوع النخيل خاصة الصغيرة بالتربة بسمك ٢٠سم على الأقل.

١٠ - عدم زراعة النباتات البينية مثل البرسيم حيث إنها البيئة المناسبة لنمو وتكاثر الآفات.

١١- إزالة النخيل الميت ثم حرقه.

١٢- تقوية النخيل الضعيف عن طريق الاهتمام بالعمليات الزراعية مثل الري والتسميد.

١٣- وضع طبقة معدنية عرضها ٣٠سم على ارتفاع واحد متر من الأرض حول ساق النخلة لمنع تسلق الفئران للنخلة.

١٤- استعمال حبوب لقاح خالية من الأمراض الفطرية.

١٥- انتظام الري خلال أشهر الصيف.

١٦- إجراء تشميس للتربة وذلك بتغطية التربة خلال أشهر الصيف بمشمعات من البلاستيك ويمكن بهذه الطريقة مكافحة أنواع عديدة من الآفات علاوة على امتداد تأثيرها قد يصل إلى ثلاث سنوات.

١٧- نظافة قمة النخلة «الجمارة» باستمرار وحماية إبط السعف من المواد العضوية المتحللة.

١٨- قطع السعف المصاب وحرقه.

١٩- يجب قطع السعف المصاب على مسافة ١٢٠سم من القاعدة.

٢٠- قطع السعف المتشابك.

٢١- عدم ترك بقايا النخيل في البستان.

٢٢- الخف المناسب وعدم زيادة حمل النخلة أكثر من طاقتها.

٢٣- غلق جذع النخلة وجميع الفتحات بالجذع بالقطران أو باستخدام مخلوط من الأسمنت و الأوكسي كلورونحاس.

٢٤- تكريب النخيل.

٢٥- إزالة العراجين وبقايا الأغاريض الزهرية والجريد والليف القديم.

٢٦- تغطية العذوق بأكياس من القماش أو الورق المقوي قبل نضج الثمار.

٢٧- التخلص من الثمار المتساقطة بحرقها.

٢٨- استخدام الطعوم الجاذبة أو المصائد الضوئية أو الفرمونية لجذب الحشرات لقتلها وكذلك مراقبة الآفة ومعرفة كثافتها العددية للبدء في إجراء عمليات المكافحة بالطرق المختلفة.

٢٩- تحديد الوقت المناسب لجمع التمور وعدم التأخر في إتمام عمليات الجمع.

٣٠- العناية أثناء قطف الثمار وتخزينها في أماكن م مع التهوية.

٣١- سرعة نقل الثمار إلى المخازن.

٣٢- عدم خلط التمور المتساقطة على الأرض مع التمور التي تم جمعها حديثا.

٣٣- تركيب سلك ذو ثقوب ضيقة على فتحات نوافذ المخازن.

٣٤- استخدام درجات الحرارة ونسب الرطوبة المثلى لحفظ التمور وتعتبر درجة الحرارة المثلى لحفظ التمور تتراوح بين صفر و -١٠°م مع نسبة رطوبة قدرها ٦٥-٧٠٪ .

٣٥- تغطية التمور في المخازن بغطاء من القماش.

(٢ , ٢ , ٨) المكافحة الكيماوية

(١ , ٢ , ٢ , ٨) الوقاية

١- تطهير التربة باستخدام أحد مطهرات التربة.

٢- معاملة الفسائل بالمشتل بمبيد النيماجون ٧٥٪ بمعدل ٥سم^{٣}/ م^{٢} أو استخدام مبيد النيماكور وذلك خلال الخريف والربيع إما مع مياه الري أو حقنا في التربة بعد تخفيفها بالماء وذلك بمعدل ٦٠سم^{٣} بغرض مكافحة النيماتودا.

٣- رش الفسائل عند زراعتها بمركب البنليت للوقاية من الأمراض الفطرية بمعدل ٥ جرام/ جالون ماء.

٤- غمر أو نقع أو تبليل فسائل الأشجار في محلول مبيد ريجنت بمعدل ٥ , ٠سم^{٣}/ لتر ماء أو الكلوربيروفوس بتركيز١ , ٠٪ على أن يتم التبليل من أعلى لأسفل لمنع الحشرات من وضع البيض.

٥- رش قمة النخلة بعد تنظيفها بمركب البنليت بمعدل ٥جرام/ جالون ماء.

٦- معالجة الجروح الناتجة عن العمليات الزراعية المختلفة بمبيد الكارباريل مخلوطا مع الرمل لمنع دخول الحشرات وخاصة سوسة النخيل الحمراء إلى النخلة ويتم ذلك بخلط واحد كيلوجرام من التربة مع واحد جرام من مبيد الكارباريل ٨٥٪.

٧- تعفير العذوق بالكبريت بمعدل ٥٠-١٠٠ جرام/ نخلة على أن يتم التعفير خلال الفترة من أول مايو وحتى منتصف يونيو بغرض الوقاية من الغبير.

٨- تعفير العذوق بالكبريت بمعدل ٥٠-١٠٠ جرام/ نخلة قبل أول جمعة للثمار بحوالي ٣ أسابيع.

(٢, ٢, ٢, ٨) الطرق العلاجية

إذا تم تشخيص الإصابة مبكرا سواء كانت حشرية أو حيوانية أو فطرية فيمكن تطبيق عمليات العلاج وذلك بإزالة المناطق المصابة ثم الرش بالمبيدات المتخصصة.

١- لمكافحة سوسة النخيل الحمراء فيجب إزالة المناطق المصابة وتنظيفها من أي طور من أطوار الحشرة ثم الرش أو حقن الأشجار بحوالي ٥-١٠ سم^3 بمركب الفبرونيل (ريجنت) بمعدل ٥, ٠ سم^3/ لتر ماء أو يستخدم مخلوط من مبيد مونوكروتوفوس وفنثيون بتركيز ١٪ وبمعدل ١-٥, ١ لتر/ نخلة ويفضل حقن المبيد مباشرة بدون تخفيف. كما يمكن وضع أقراص من الفستوكسين بمعدل ١-٢ قرص للنخلة داخل الجذع المصاب ثم غلقه جيداً.

٢- يمكن مكافحة حفار ساق النخيل ودودة طلع النخيل باستخدام الباسودين ٤٠٪ بمعدل ٧ جرام/ جالون ماء بحيث يتم معاملة رأس النخيل مرتين المرة الأولى بعد ٧-١٠ أيام من التلقيح والثانية بعد ١٥-٢٠ يوماً.

٣- في حالة الإصابة بالحشرات القشرية يستخدم مخلوط من الزيت المعدني مثل زيت الفولك بتركيز ٢٪ ومبيد الملاثيون بتركيز ٥, ٢ في الألف على أن يتم الرش شتاءً.

٤- في حالة الإصابة بالعناكب والحلم يستخدم الدايكوفول بمعدل ٢٠٠ سم^3/ ١٠٠ لتر ماء.

٥- في حالة الإصابة بمرض اللفحة السوداء أو تبقع السعف ترش الأجزاء المصابة بمبيد التراي ملتوكس أو الأوكسي كلورونحاس بمعدل ٣٠٠ جم/ ١٠٠لتر ماء لمدة ٣ مرات وبفاصل زمني قدره ٢١ يوماً.

٦- في حالة الإصابة بمرض تعفن النورات يجمع الطلع المصاب ويحرق بعيدا عن الأشجار ثم ترش الأشجار بمبيد البنليت بمعدل ٥ جم/ جالون ماء.

٧- في حالة الإصابة بالنيماتودا يستخدم النيماكور بمعدل ١٠ جم/ م^{٢}.

٨- قبل تخزين الثمار ترش جدران المخازن وطرقاته بمحلول الملاثيون بمعدل ١ سم^{٣}/ م^{٢}.

(٣, ٢, ٨) دور الإرشاد والتدريب

لإنجاح برامج المكافحة المتكاملة لآفات النخيل فيجب تضافر الجهود بين المراكز البحثية والمزارعين والفنيين والمهندسين الزراعيين بحيث يتم تعريفهم بأهمية هذه الشجرة المباركة وكذلك أهم الآفات التي تصيبها ومدى خطورة هذه الآفات وكيفية تشخيص الإصابة وأيضا تدريبهم على إجراء برامج المكافحة المتكاملة.

الفصل التاسع

إستراتيجيات مكافحة الجراد

Strategies for Locust Control

• الأهمية الاقتصادية للجراد • ماهو الجراد • حملات وخطط مكافحة الجراد
• معوقات مكافحة الجراد • عمليات مكافحة الجراد • طرق مكافحة الجراد
• اختيار المبيدات • الاتجاهات الحديثة في مكافحة الجراد واستخدام بدائل المبيدات التقليدية • استراتيجيات الرش بالحجم المتناهي في الصغر

(٩,١) الأهمية الاقتصادية للجراد

عادة ما تنتقل الأوبئة والأمراض النباتية والحيوانية بسرعة ومن الممكن أن تجتاح الحدود بين الدول وتتسبب في حدوث خسائر فادحة قد تؤدي إلى وقوع المجاعات وفي بعض الأحيان عرقلة التبادل التجاري بين الدول. وفي الغالب ما تعجز البلدان السائرة في طري النمو عن الرد بالسرعة الكافية للتصدي لمثل هذه الحالات، ويصبح التدخل السريع والمكثف، بالاضافة إلى التعاون الدولي أمرا حتميا في تلك الحالة. ففي الوقت الحالي ورغم توافر الوسائل الوقائية الناجحة لمقاومة هذه الآفات والأمراض، يبقي التعامل مع حالات الطوارئ أمرا صعبا نظرا لإنها تتطلب الكثير من الوقت، علاوة على ارتفاع نسبة التكلفة إلى معدل النجاح، وعدم التمكن من التغلب على المشكلة في أطوارها الأولى. لذا قررت منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة تنفيذ برنامج نظام الطوارئ للوقاية من الأمراض والآفات الحيوانية العابرة للحدود والمعروف باسم EMPRES بعد إقراره من قبل المجلس في دورته السادسة بعد المائة في يونيو/ حزيران ١٩٩٤م. ويدعم النظام الأعمال القطرية والدولية لمنع وقوع حالات طوارىء ناجمة عن الآفات الحيوانية

والنباتية العابرة للحدود. وفي حالة تفشي الآفات النباتية يركز النظام على دعم عمليات مكافحة الجراد الصحراوي. وبعد الموافقة على إنشاء هذا النظام جرت مشاورات مكثفة مع البلدان المتضررة بسبب الجراد والجهات المانحة بشأن الأولويات والتوجهات. وجرى الاتفاق على ضرورة وجود برنامج طويل الأمد مع إعطاء الأولوية المباشرة في البداية للمنطقة الوسطى والتي تشمل بلدان منطقة البحر الأحمر، حيث أن هذه المنطقة هي مصدر العديد من الفورات السابقة للجراد على ما يعتقد. وتم تحديد ثلاثة عناصر أساسية لتكون محور الاهتمام هي: الإنذار المبكر والاستجابة المبكرة والبحوث. وبدأت الأنشطة التجريبية في ١٩٩٥م مع التركيز على تعزيز القدرات القطرية وتحسين مستويات تقديم المعلومات. و يعتبر الجراد من أهم الآفات الزراعية التي تسبب خسائر جسيمة للمحاصيل الزراعية ونباتات المراعي الخضراء حيث يعتبر أحد أهم العوامل المسببة للمجاعات في كثير من الدول وخاصة الفقيرة منها والتي لا تستطيع أن تكافح هذه الآفة المدمرة. و من المعروف أن سرب واحد متوسط الحجم يلتهم نفس كمية الطعام التي يتناولها حوالي ٢٥٠٠ شخص. وهذا يوضح مدى خطورة هذه الآفة المدمرة. وقد ذكر الجراد في القرآن الكريم كآية عذاب. قَالَ تَعَالَىٰ: ﴿ فَأَرْسَلْنَا عَلَيْهِمُ ٱلطُّوفَانَ وَٱلْجَرَادَ وَٱلْقُمَّلَ وَٱلضَّفَادِعَ وَٱلدَّمَ ءَايَٰتٍ مُّفَصَّلَٰتٍ فَٱسْتَكْبَرُوا۟ وَكَانُوا۟ قَوْمًا مُّجْرِمِينَ ﴾ الأعراف: ١٣٣. ونظراً للأهمية القصوى للجراد فإنه يعتبر الوحيد من بين الحشرات الذي يتصدر العناوين الرئيسية لوسائل الإعلام المسموعة والمقروءة.

والجدير بالذكر أن الجراد يتغذى على أنواع وأصناف عديدة من النباتات وليس محصوراً على محصول معين فقد يهاجم الذرة، قصب السكر، البرسيم، القمح، الموالح، العنب..... إلى آخره. ويكون الجراد أسراب تهاجر لمسافات طويلة ويمكنه أن يؤثر على أكثر من ٢٠٪ من مساحة الكرة الأرضية حيث يغزو أكثر من ٦٥ دولة والتي تضم معظم دول الشرق الأوسط وشمال ووسط أفريقيا والهند وباكستان وإيران والتي تمتد من المحيط الأطلنطي غرباً وحتى دولة بورما شرقاً ومن خط عرض ١٠ جنوباً وحتى خط عرض ٤٠ شمالاً (الشكلين رقما ١ ,٩ و ٢ ,٩). ويغطي السرب الواحد من

الجراد والذي يحتوي تقريبا على ٥٠ مليون جرادة حوالي ١كم٢ والذي يتغذى يومياً على حوالي ١٠٠ طن من النباتات والتي تعادل محصول ناتج من زراعة ٣٠ هكتار من الذرة أو ٥٠ هكتار من القمح أو ٧٠ هكتار من البرسيم. ومن ذلك يتضح حجم الخسائر التي تسببها أسراب الجراد والتي قد تغطي في بعض الأحيان مساحات قد تصل إلى ٣٠٠كم². هذا وتختلف نسبة الضرر الحادثة تبعا للطور الذي يهاجم النباتات، حجم السرب والمدة التي يقضيها السرب داخل الكساء النباتي، فتسبب الحوريات فقط ضرراً يبلغ ٨٪، بينما الجراد غير الناضج يسبب نسبة ضرر تصل إلى ٦٩٪، في حين تبلغ نسبة الضرر الناشيء عن الجراد الناضج حوالي ٢٣٪. ومنذ عام ١٨٦٠م حدثت عدة أوبئة خطيرة و فورات كبيرة تخللتها فترات انحسار وتفشيات وقد استمرت هذه الفترات ما بين عدة شهور لعدة سنوات. وتميزت الفترة بين ١٩٦٥-١٩٨٥م بانخفاض ملحوظ لنشاط الأنواع الأساسية من الجراد في أفريقيا مثل الجراد الصحراوي، الجراد الأحمر والجراد المهاجر، بينما الجراد البني قد غزا جمهورية جنوب أفريقيا إلا أن تم السيطرة عليه خلال هذه الفترة من ١٩٨٦-١٩٨٩م وخلال التسعينات حدث وباءاً بالجراد نتيجة الإصابة الشديدة بالجراد على نطاق واسع والتي يمكن أن تحدث عند توافر ظروف التكاثر الملائمة وفشل عمليات المكافحة مما أدى إلى تهديد الزراعة والأمن الغذائي في مناطق شاسعة من قارة أفريقيا و جنوب شرق أسيا. وقد وجد خلال هذه الفترات أن الاستراتيجيات المستخدمة لمكافحة الجراد خلال هذه الفترة لم تكن ذات فاعلية عالية بسبب ضعف عمليات المسح الميداني لمناطق انتشار الجراد، فقر الموارد والإمكانيات، عدم القدرة للوصول إلى مناطق تكاثر البيض، عدم الدراية الكافية بالطرق المثلى لتطبيق المبيدات وخاصة الرش بالحجم المتناهي في الصغر (ULV) وعدم الاعتناء بعمليات مكافحة الجراد خلال فترات الانحسار. ففي المنطقة الغربية، وضعت أسراب الجراد بيضها في الموائل الواقعة شمال غربي أفريقيا في مطلع ١٩٩٦م مما أدى إلى تكوين مجموعات من الجراد النطاط وأسراب جديدة خلال فصل الربيع في المناطق الشمالية من موريتانيا والمناطق الجنوبية من المغرب والجزائر وليبيا. واستطاعت عدة

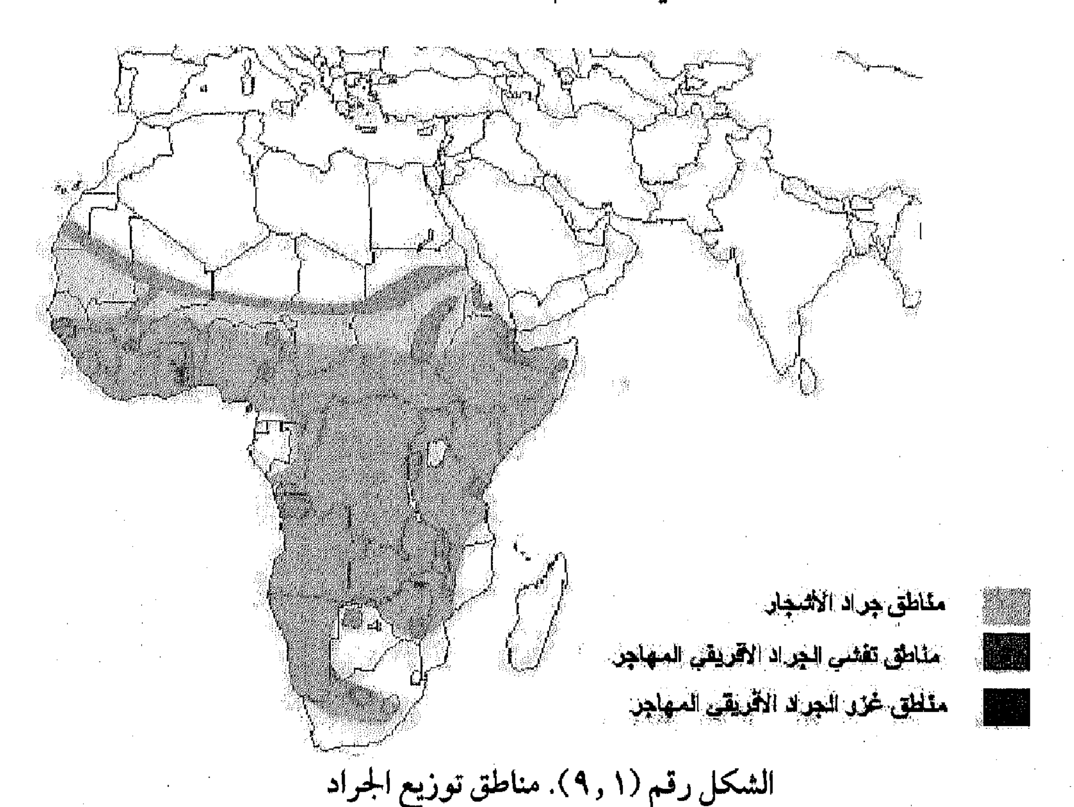
موجات من الأسراب التي هربت من عمليات المكافحة الوصول إلى كل من موريتانيا ومالي والنيجر حيث تكاثرت خلال موسم صيف ١٩٩٦م. وأدت عمليات المكافحة إلى خفض أعداد الجراد لكنها لم تنجح في الحيلولة دون تكوين أسراب جديدة أخذت طريقها فيما بعد نحو المغرب عند نهاية العام حيث شكلت خطرا يهدد المناطق الزراعية في وادي سوس. وحالت عمليات المكافحة التي نفذت في المغرب في أواخر ١٩٩٦م دون إلحاق أضرار بالمحاصيل. وأدت قلة الأمطار في المنطقة خلال فصلي الشتاء والربيع في ١٩٩٦/ ١٩٩٧م إلى عدم توسيع منطقة الإصابة وعرقلت حركة أعداد كبيرة من الجراد باتجاه منطقة السهل للتكاثر خلال صيف ١٩٩٧م. وعلى ذلك لم تظهر سوى أعداد قليلة من الجراد البالغ في أجزاء من جنوب موريتانيا وشمال مالي بحلول منتصف فصل الصيف. وقدمت المنظمة خلال هذه الفترة مساعدات فنية لدعم عمليات المسح والمكافحة في بلدان الإقليم. و في عام ١٩٩٥م في المنطقة الوسطى عبرت أسراب الجراد التكاثر الصيفي على طول الحدود المشتركة بين السودان واريتريا البحر الأحمر إلى السهول الساحلية للمملكة العربية السعودية خلال فصل الخريف. ونفذت خلال النصف الأول من عام ١٩٩٦م عمليات للمكافحة تصدت لتجمعات الجراد النطاط والأسراب الجديدة في المملكة العربية السعودية وعلى نطاق أضيق في كل من السودان واليمن. وفى خلال فصل الصيف حدثت عمليات تكاثر داخل اليمن بسبب الأمطار التي حملتها الرياح الموسمية الأمر الذي أدى إلى نشوء مجموعات من الجراد النطاط وأسراب جديدة من الجراد بحلول فصل الخريف بما استدعى إجراء عمليات للمكافحة. لكن بعض الجراد البالغ وعددا من الأسراب استطاعت الإفلات من عمليات المكافحة وتحركت إلى المناطق الواقعة شمال البحر الأحمر في أواخر ١٩٩٦م حيث وضعت بيضها في مساحة واسعة على طول السهول الساحلية للمملكة العربية السعودية حيث هطلت أمطار غزيرة غير متوقعة. وبناء على ذلك، دعت الحاجة إلى إجراء عمليات مكافحة واسعة النطاق في المملكة العربية السعودية خلال النصف الأول من عام ١٩٩٧م حيث عولجت برا وجوا مساحات تقدر بنحو ٣٥٠٠٠٠ هكتار. ومن المعتقد أن هذه

العمليات هي التي حالت دون تكوين تشكيلات ضخمة من الأسراب ومن ثم هجرتها نحو المناطق الغربية والشرقية من الإقليم. ونفذت عمليات مكافحته ولكن على نطاق أضيق بكثير في المناطق الساحلية للسودان. وفى فصل الصيف، استمرت عمليات تكاثر الجراد البالغ الذي أفلت من المكافحة في المملكة العربية السعودية داخل أراضى كل من اليمن والسودان.

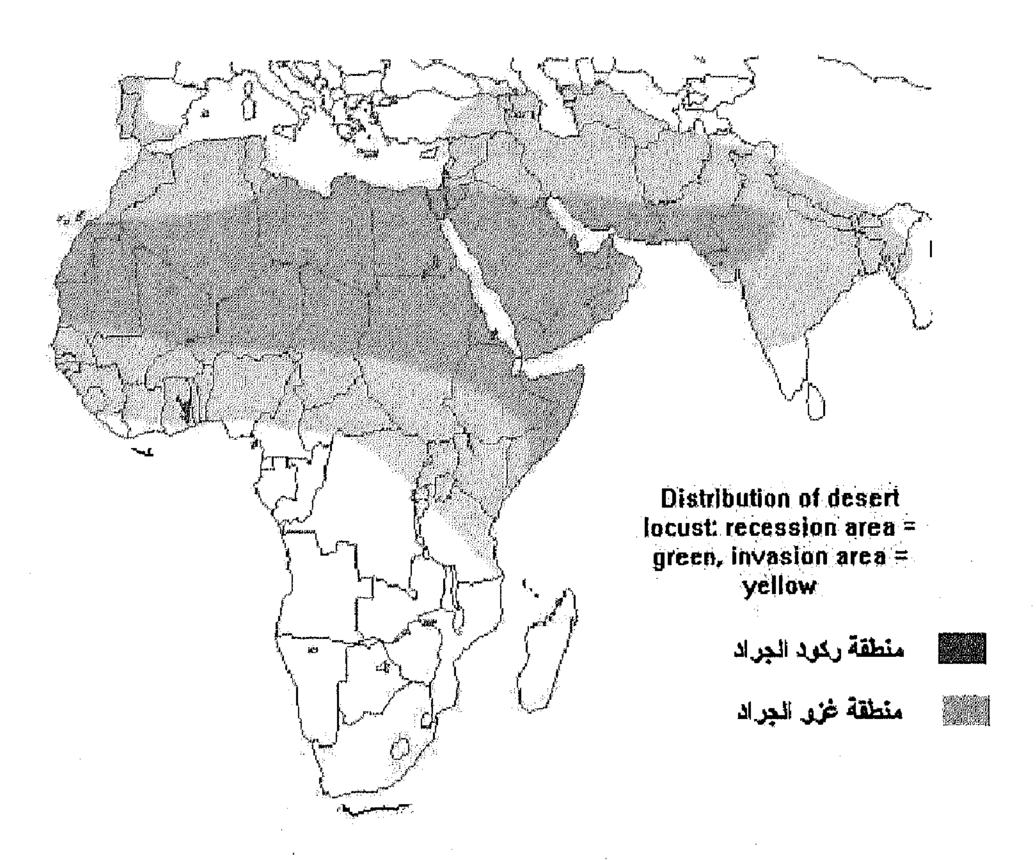
وقد تم رصد الأوضاع على نحو دقيق لمعرفة أولى علامات أي زيادة في أعداد الجراد الصحراوي. وخلال هذه الفترة رصد الموظفون المعنيون بتنبؤات الجراد في المنطقة على نحو نشيط تطور حالة الجراد من خلال زيارة البلدان المعنية بهدف تقييم الوضع مباشرة وتقديم النصائح إلى كل من البلدان المعنية والجهات المانحة. أما في المنطقة الشرقية زادت أعداد الجراد في المناطق الغربية من باكستان والمناطق الشرقية من جمهورية إيران الإسلامية خلال شتاء ١٩٩٥م، وبحلول فصل الربيع دعت الحاجة إلى القيام بعمليات مكافحة لتجمعات النطاط والأسراب الصغيرة. وأعاد الجراد البالغ الذي تكاثر خلال فصل الصيف على طول الحدود الهندية الباكستانية غزو المنطقة في أواخر ١٩٩٦م. وهذا معناه أن الظروف كانت مواتية بدرجة أقل ولم تحدث زيادة ملموسة في أعداد الجراد في الربيع التالي. وفى صيف ١٩٩٧م حدثت عمليات تكاثر على نطاق صغير على طول الحدود الهندية-الباكستانية. وقامت المنظمة خلال هاتين السنتين بعمليات مسح مشتركة شاركت فيها كل من جمهورية إيران الإسلامية وباكستان خلال فصل الربيع، إضافة إلى عقد اجتماعات شهرية على الحدود بين البلدين لتبادل المعلومات خلال موسم التكاثر الصيفي. وعلى الرغم من أن المؤشرات خلال التسعينات تبين أن نشاط الجراد الصحراوي قد بدأ بالهبوط وانتقل إلى فترة الانحسار لكن هناك حاجة ملحة إلى إجراء عمليات رصد منتظمة لمتابعة الأوضاع عن كثب.

وتُعد عمليات المكافحة المبكرة شرطا أساسيا للحفاظ على أعداد الجراد بمَستوى منخفض بحيث يحول دون تكوين أسراب بإمكانها تهديد الأمن الغذائي في أفريقيا وآسيا. ومن الضروري الحفاظ على الهياكل القطرية وتعزيزها في بعض الحالات بما يسهل القيام

بمثل هذه الأنشطة وتجنب تكرار حدوث الوباء الذي حدث في أواخر عقد الثمانينات. والجدير بالذكر أن أوبئة الجراد لا تظهر فجأة بل تأخذ شهوراً حتى تكون ظروف التكاثر مناسبة حيث يزداد نشاطه قبل حدوث التفشي أو قبل حدوث زيادة في إعداده بسبب التركز والتضاعف والتجمع وإذا لم تتم مكافحته فقد يؤدي ذلك لحدوث فورات جراد أي ارتفاع مفاجيء في التعداد فتنتقل للدول المجاورة فيحدث الوباء. ونظراً لحدوث فورات للجراد في أي وقت فإن الأمر يحتاج إلى التخطيط المسبق لوضع خطط الطوارىء المحتملة الحدوث من حيث تجهيز المبيدات الحشرية اللازمة للمكافحة كماً ونوعاً حيث يجب توفير مخزون من المبيدات يكفي لعمليات المكافحة، توفير معدات الرش اللازمة سواء آلات أو طائرات الرش أو السيارات، توفير معدات الرصد، تدريب الكوادر الفنية و توفير الوارد المالية. ولإجراء عمليات مكافحة للجراد بدرجة مرضية يجب فهم بيولوجي وسلوك الجراد مثل دورة حياته، مظاهره، فترات نموه وتغذيته، هجرته والتوزيعات الموسمية، العوامل التي تتحكم في هجرته وفترات انحساره وتفشيه.



الشكل رقم (١ ,٩). مناطق توزيع الجراد



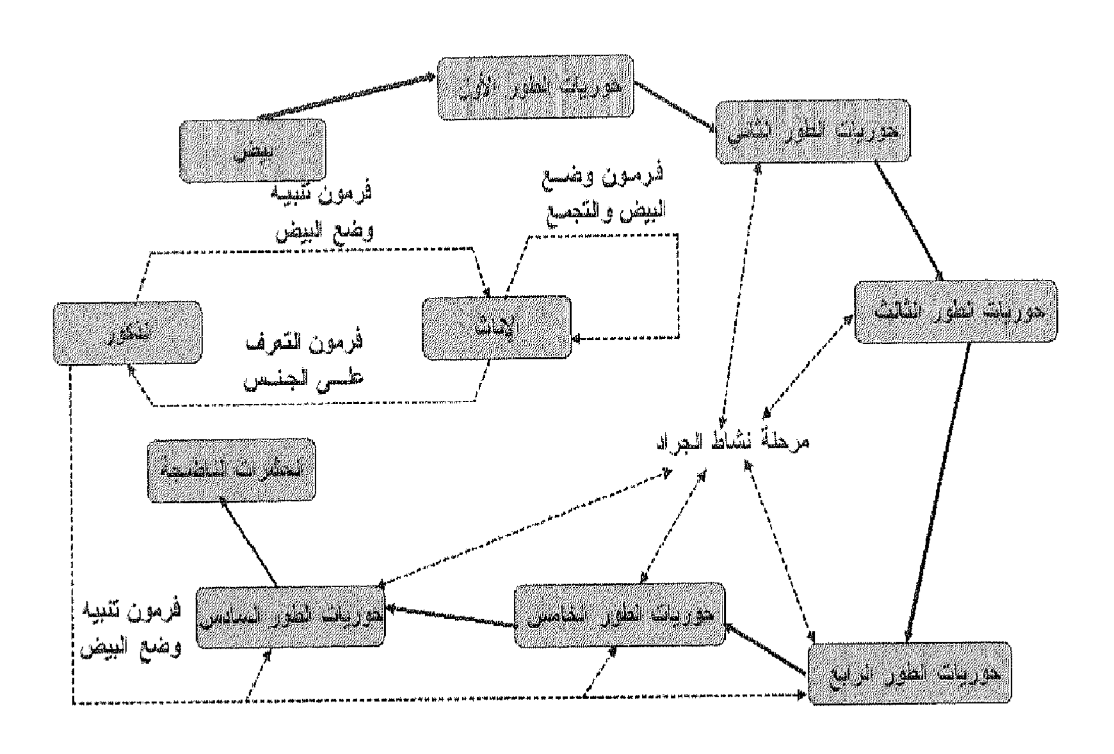
الشكل رقم (٢ , ٩). مناطق توزيع الجراد الصحراوي

(٩ , ٢) ما هو الجراد ؟

ينتمي الجراد *Schistocerca gregaria* لطائفة الحشرات رتبة مستقيمة الأجنحة Orthoptera التي ينتمي إليها فصيلة النطاطات *Acrididae* ذات القرون الصغيرة ويمكن للجراد أن يغير من سلوكه والنواحي الفسيولوجية مثل اللون والشكل الخارجي حسب كثافته العددية. فعندما تكون أعداده قليلة يتصرف الجراد بصورة فردية تسمى المظهر الانفرادي (Solitarious)، بينما يتصرف كمجموعة واحدة تسمى المظهر التجمعي (Gregarious) عندما يكون ذا أعداد كبيرة. وقد ينتقل الجراد من المظهر الانفرادي إلى المظهر التجمعي أو بالعكس ويسمى الجراد في هذه الحالة بالمظهر الانتقالي (Transiens). ومع بداية سقوط الأمطار تبدأ الأنثى في

مرحلة النضج الجنسي خلال ٣ أسابع تبدأ بعدها في وضع البيض في المناطق الرملية المكشوفة وعلى عمق ٥-١٥سم تحت سطح التربة على صورة كتل تحتوي كل كتلة منها على حوالي ٨٠ بيضة في المظهر التجمعي و ٩٠-١٦٠ بيضة في المظهر الانفرادي الذي يفقس حيث تعتمد عملية الفقس على درجة الحرارة عند العمق الذي يتواجد عنده البيض لتخرج منه حوريات غير مجنحة يعتمد معدل نموها على درجة الحرارة وسقوط الأمطار التي تنسلخ حوالي ٥-٦ انسلاخات وخلال هذه الفترة تستطيع الحوريات أن تكون مجموعات من أعداد ضخمة من الحوريات المتلاصقة والتي تتحرك كوحدة واحدة ويحدث ذلك عند احتماء الحوريات داخل الكساء النباتي وخلال عمليات التغذية والتشميس والجثوم. ويتأثر سلوك الحوريات بالكساء النباتي من حيث حركتها وفترات تواجدها داخل وخارج الكساء النبات و فترات بقائها على سطح التربة وحركتها نحو الشرق والغرب. تتحول بعد ذلك للحشرة الكاملة ذات الأجنحة اللينة التي تتصلب تستطيع بعدها الطيران المتواصل لمدة قد تصل ١٠ ساعات. و يمكن للحشرات الكاملة أن تكون أسراب والتي تسلك سلوكا مشابها حيث يحدث ذلك خلال عمليات التغذية والتشميس والجثوم. وقد تتشكل الجماعات أثناء الطيران في المناطق التي تسود بها الرياح مما يدفع الجراد الطائر إلى التركيز وبذلك تصبح الحشرات الكاملة في طريقها لتكوين الأسراب الأولى التي قد تشغل مئات من الكيلومترات مع اتجاه الرياح وبسرعة تقل قليلا عن سرعة الرياح من منطقة وضع البيض الرئيسية. هذه الأسراب قد تتواجد على شكل طبقات طائرة على ارتفاع منخفض يسمى طبقي الشكل أو قد يتكدس الجراد ويتراكم على ارتفاع كبير في الهواء قد يصل إلى ١٥٠٠ م فوق سطح الأرض يسمى ركامي الشكل. ويطير السرب نهاراً ليقطع حوالي ١٠٠ كم أو أكثر في اليوم الواحد، بينما الأفراد الانفرادية تنتقل مع الرياح ليلاً حيث يصل الجراد إلى مناطق سقوط الأمطار. ومع تساقط الأمطار تنضج الحشرات جنسياً ويتكاثر وتعطي الأنثى الواحدة ما بين ١٦-٢٠ جرادة في الجيل الواحد.

الجدير بالذكر عندما تجبر الظروف الجوية والبيئية الحشرات على التواجد في منطقة صغيرة، فإنها تتوقف عن السلوك الفردي وتبدأ في السلوك الجماعي وخلال بضعة أشهر تتكون أسراب ضخمة وتنطلق طائرة مع اتجاه الرياح بحثاً عن الغذاء. فالجراد الذي ينطلق مثلاً من غرب أفريقيا يمكنه أن يغزو شمال غرب أفريقيا ويتكاثر هناك ثم تعود ذريته جنوباً في دورة يمكن أن تستمر لسنوات عديدة. ويوضح الشكل رقم (٣, ٩) دورة حياة الجراد.



الشكل رقم (٣, ٩). دورة حياة الجراد

(٣, ٩) حملات و خطط مكافحة الجراد

تبدأ حملات مكافحة الجراد مع غزو الأسراب حيث تشمل عمليات المكافحة مكافحة كل من النسل الناتج من التكاثر والجيل الثاني حيث يتم تقسيم الحملات إلى حملات الأسراب وحملات الحوريات وذلك بسبب اختلاف طرق المكافحة والاستكشاف. ويكون الهدف الرئيسي لهذه الحملات هو حماية المحاصيل المعرضة

للإصابة وخفض التعداد الكلي للحشرات ولذا لا بد من وجود تعاون دولي في حالة وجود إصابة بالجراد في المناطق الحدودية بين البلاد حيث يتم تخصيص حملتين تتولى كل دولة حملة. وتسبق عمليات المكافحة التنسيق المسبق وتجهيز المبيدات اللازمة لعمليات المكافحة وتجهيز معدات الرش من آلات وسيارات وطائرات وتدريب الكوادر الفنية. وعند حدوث فورات للجراد خلال فترات انحساره أو تفشيه لا قدر الله فإن الدور يأتي على المكافحة الأرضية. ومن الاستراتجيات التي يجب اتباعها خلال فترات انحسار الجراد ومنع حدوث الوباء هي المسح الأرضي والرش بالمبيدات حيث يقوم بتنفيذ هذه العمليات قسم وقاية النباتات وبصفة خاصة وحدات الجراد حيث تبدأ عمليات الرش الأرضي بمجرد اكتشاف إصابة بجراد يسلك سلوكا تجميعيا وفي هذه الحالة تكون السيارات وآلات الرش على أهبة الاستعداد لإرسالها في أي وقت حيث تقوم سيارة بعمل بالمسح وسيارة أخرى تحمل حوالي ١٠٠-١٢٠ لتر من المبيدات ترش بالحجم المتناهي في الصغر وعديد من آلات الرش اليدوية. وعندما تبدأ الزيادة المضطردة لتعداد الجراد وتبدأ الحشرات في التلاصق فهذا معناه بداية حدوث فورات للجراد وعندئذ يجب تحويل المكافحة الأرضية إلى المكافحة الجوية والتي تعتمد بصفة أساسية على الطائرات مع مساندتها بالمكافحة الأرضية.

ويجب على الدول وضع خطط للطوارىء لمكافحة الجراد ومنع وصوله إلى مرحلة الوباء. وتختلف هذه الخطط من بلد لأخرى حيث يتوقف ذلك على حجم المنطقة المعرضة للإصابة، القيمة الاقتصادية للمحصول، مدى توافر الموارد والإمكانيات. ويجب أن تتخذ بعض الإجراءات مقدماً قبل مهاجمة الجراد مثل التنبؤ بتطورات الجراد، إلا أن التنبؤ لا يمكن أن يتجاوز أيام معدودة وذلك لأن هجرة الجراد وتكاثره تعتمد بالدرجة الأولى على الظروف الجوية. وتقوم منظمة الأغذية والزراعة (FAO) بالتنبؤ عن تطورات الجراد لفترة متوسطة المدى (٤-٦أسابيع)، بينما تمتد التحذيرات العامة لفترة قادمة عن تطور الجراد للمنطقة ككل ولا تخص قطر بعينه لفترة تقل عن ٦ أشهر. ويجب أن تشمل خطط الطوارىء على :

١- الاستخدام الأمثل لعمليات المسح و المكافحة.

٢- توفير الطائرات اللازمة عمليات المكافحة على أن تكون على أهبة الاستعداد لإرسالها في أي وقت.

٣- توفير طرق سريعة للحصول على المبيدات بكميات ضخمة ومن هنا يجب إنشاء بنك المبيدات.

٤- توفير الاعتمادات المالية السريعة لشراء المبيدات وإيجار الطائرات.

٥- تدريب الكوادر القائمة بعمليات المسح والرش.

٦- توفير الأجهزة والمعدات اللازمة.

٧-التعاون مع الدول والجهات الدولية المختصة والمانحة.

(٤, ٩) معوقات مكافحة الجراد

تمثل المبيدات أكثر من ٥٠٪ من التكلفة الكلية لحملات مكافحة الجراد ولذا يجب إدارة أمرها بكفاءة عالية حتى يتحقق الهدف من الحملة. وتعتبر عمليات شراء المبيدات ونقلها وتخزينها والتخلص من المبيدات الفائضة بعد عمليات المكافحة من أصعب مراحل إدارة حملات مكافحة الجراد. وخلال فورات ١٩٩٣-١٩٩٤م تم إنفاق حوالي ٣٠٠ مليون دولار لإجراء عمليات مكافحة في أفريقيا والجزيرة العربية. وتقدر حاليا قيمة تكاليف عمليات مكافحة الجراد بما قيمته ١٠ مليون دولار لكل دولة أفريقية. والجدير بالإشارة أن كميات المبيدات المنتهية الصلاحية و الفائضة عن عمليات المكافحة بأفريقيا بمفردها تصل إلى ٢٠,٠٠٠ طن مما تمثل خطورة للإنسان وبيئته. وهناك مجموعة من المعوقات التي تحد من نجاح عمليات المكافحة مثل :

١- صعوبة تقدير متطلبات المكافحة الأرضية لأن الإصابات الوبائية الضخمة سوف تتجاوز قدرات المكافحة الأرضية المتاحة، علاوة على أن الوسائل الأرضية مضيعة للوقت.

٢- صعوبة تقدير المتطلبات من المبيدات والطائرات لمكافحة الجراد حال تواجدها بدقة بسبب عدم تقدير المساحة المصابة بدقة.

٣- عدم مقدرة كثير من الدول تطبيق ما يفوق على ١٢٠,٠٠٠ لتر من مستحضرات مبيدات التي ترش بالحجم المتناهي في الصغر بكفاءة عالية خلال فترة الحملة التي تمتد من ٨-١٠ أسابيع.

٤- عدم المقدرة على توفير حوالي ٤٠,٠٠٠ لتر أخرى كمخزون احتياطي لمواجهة أي صعوبات أثناء العمل.

٥- عدم توافر طائرات الرش بمعظم الدول المهددة بالجراد وارتفاع تكاليف استئجارها من خارج القطر.

٦- بعد مراكز خدمة الطائرات التي توفر الوقود والزيوت ذات المواصفات الخاصة بتشغيل الطائرات.

٧- عدم وجود طريقة سريعة لشحن المبيدات حيث إن الوقت المعتاد للتسليم للشحن البحري يستغرق ١-٣ شهور، علاوة ارتفاع تكاليف الشحن الجوي.

٨- تناقص الدعم اللوجيستي مثل النقل، الإيواء، التموين والخدمات.

٩- عدم وجود بنك للمبيدات يوفر المبيدات اللازمة للمكافحة وقت الحاجة.

١٠- صعوبة تخزين المبيدات بالطرق المثلى مما يؤدي إلى تحطمها وعدم صلاحيتها.

١١- صعوبة التخلص من المبيدات الفائضة من عمليات المكافحة بطرق آمنة.

١٢- عدم وجود تعاون كاف بين الدول حيث إن بعض الدول ترفض تزويد الدول المهددة بمهاجمة الجراد بالمبيدات اللازمة لإنها أيضا قد تهاجم بالجراد أو لكون هذه المبيدات غير مسموح باستخدامها.

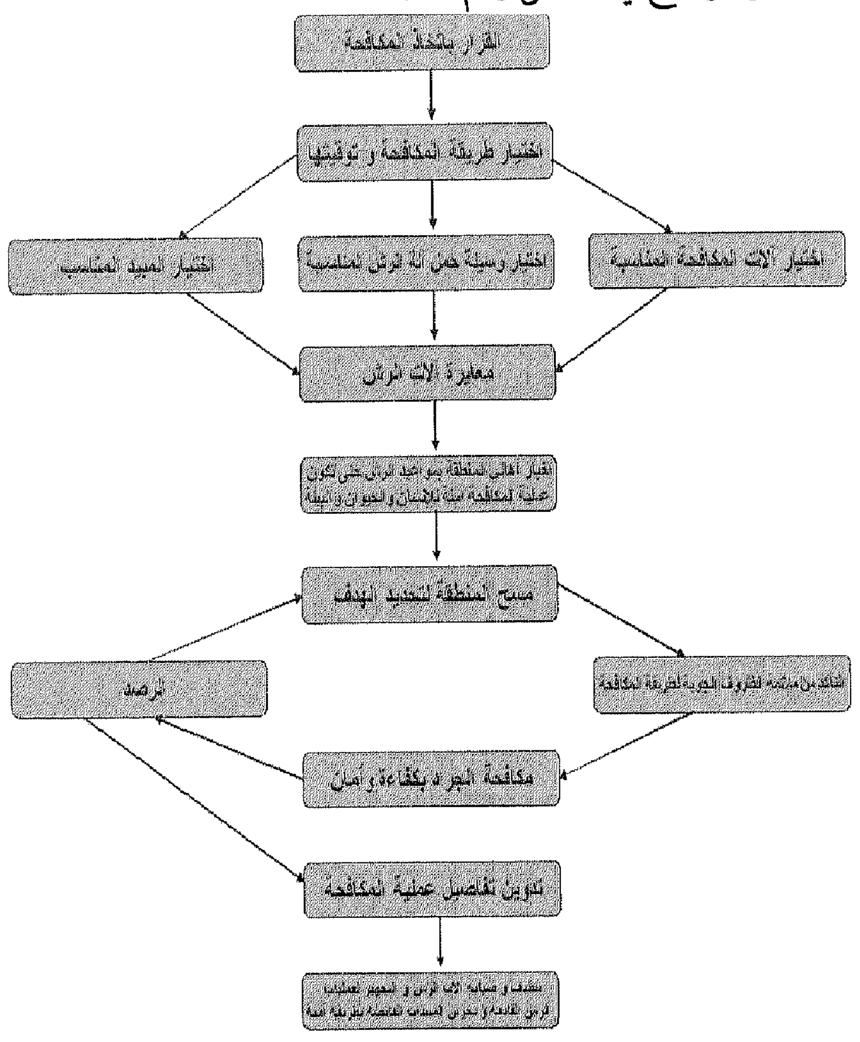
١٣- وجود تجمعات سكنية بالقرب من مواقع رش الجراد.

١٤- وجود الحروب الأهلية في بعض الدول الأفريقية مما يعوق عمليات المكافحة.

وعلى الرغم من كل هذه المعوقات إلا أن الدول المهددة لهجوم الجراد والجهات المانحة والمنظمات العالمية لا تدخر جهداً لتذليل هذه العقبات.

(٩,٥) عمليات مكافحة الجراد

يُعد الجراد الصحراوي آفة عالمية نظراً للهجرة المتكررة لأسرابه الخارقة للحدود. كما تُعتبر هذه الآفة منذ القدم خطراً جسيماً على الإنتاج الزراعي بأفريقيا والشرق الأدنى وجنوب غرب آسيا وغالباً ما تتطلب القيام بعمليات مكافحة على نطاق واسع. والجدير بالذكر إنه يجب تجنب عمليات مكافحة الجراد غير الضرورية أو المفرطة أو المحفوفة بالمخاطر وفي حالة الضرورة القصوى لإجراء عملية المكافحة فيجب اتباع أسلوب علمي قبل وأثناء وبعد عملية المكافحة والتي تتضمن مجموعة من الخطوات كما هو موضح في الشكل رقم (٤ , ٩).



الشكل رقم (٤ , ٩). الخطوات العلمية والعملية الواجب مراعاتها في عمليات مكافحة الجراد

وهناك مجموعة من العوامل التي تؤثر على اختيار الطرق المستخدمة في مكافحة الجراد مثل :

١ - حجم الإصابة، فإذا ما كانت محدودة أو قليلة يمكن استخدام طرق بسيطة وبطيئة بعكس الإصابة الشديدة والتي تلزم طرق سريعة و فعالة.

٢ - طور الجراد، فإذا كان الجراد في طور الحشرات الكاملة فإنه يجب استخدام طرق ذات معدل أداء عال لمنع الحشرات من الهجرة لمناطق أخرى.

٣- مكان تواجد الجراد، فإذا كانت الأسراب و الحوريات قريبة من المحاصيل فيجب استخدام طريقة تعطي نتائج على وجه السرعة حتى يمكن حماية المحاصيل.

٤ - الموارد و الإمكانيات المتاحة، حيث تستخدم الإمكانيات المتاحة حتى ولو كانت ضعيفة لإجراء المكافحة في التوقيت المناسب.

(٦ , ٩) طرق مكافحة الجراد

يمكن أن تتم عمليات مكافحة الجراد في فترات الانحسار أو الفورات باستخدام المكافحة الأرضية أو الجوية أو كليهما مع الوضع في الاعتبار أن مكافحة الجراد الانفرادي أو الجراد الموجود بكثافة منخفضة أو المبعثر في مساحات شاسعة من الأمور المضيعة للوقت والجهد والمال لأن ذلك سيضعف من فرصة التقاء المبيد بالجراد ومن الحكمة الانتظار حتى تتجمع الحشرات معاً وبذلك تشكل هدفاً جيداً ويكون هناك فرصة جيدةً لتأثير المبيد على الجراد.

(١ , ٦ , ٩) المكافحة الميكانيكية

تشمل الطرق الميكانيكية حفر الخنادق لكي تقع بداخلها الحوريات ثم يتم جمعها لقتلها بالضرب أو الحرق أو تملأ الخنادق بالكيروسين الذي يقوم بخنق الحوريات وتستخدم هذه الطريقة إذا ما كانت الإصابة ضعيفة وبذلك يمكن حماية المحاصيل، إلا أن هذه الطريقة قد تفشل في حالة أن يكون غزو الجراد شديد و متتابع. كذلك من الطرق الميكانيكية عزيق الأرض وحرثها لقتل بيض الجراد ولكن ذلك يحتاج إلى مجهود شاق.

(٢ ,٦ ,٩) المكافحة الكيميائية

يُعد مبيد الدايلدرين من أوائل المركبات التي استخدمت على نطاق واسع لمكافحة الجراد حيث تم رشه على الأرض في مسارات تواجد الجراد أو رشه جواً إلا أن تم إيقاف استخدامه شأنه في ذلك شأن مركبات الكلور العضوية والتي لها ثبات عالي في البيئة مع مقدرتها على التراكم في الأنسجة الدهنية والأثير على مكونات البيئة. و تشمل الطرق الكيميائية استخدام المبيدات الزراعية على صورة طعوم سامة أو كمساحيق تعفير أو كمحاليل رش.

(١ ,٢ ,٦ ,٩) الطعوم السامة

تُعد الطعوم السامة من الطرق التي استخدمت على نطاق واسع حتى الخمسينات من القرن العشرين والآن أصبح استخدامها محدوداً، إلا أن بعض الدول مثل مصر ما زالت تستخدم الطعوم السامة في مكافحة الجراد. و يحضر الطعم السام بالخلط الجيد للمادة الفعالة من المبيد مع دقيق الذرة أو نخالة القمح كمادة حاملة والتي يجب أن تكون طازجة ثم نثر الطعم بين الجراد و مساراته. ويحتاج الهكتار الواحد من ٥-١٥كجم لمكافحة الحوريات الزاحفة و أكثر من ٥٠ كجم لمكافحة الحشرات الكاملة والمستقرة والحوريات. ويعيب هذه الطريقة خطورة هذه الطعوم على الحيوانات التي قد تتغذى على الطعوم، علاوة على استخدام كميات كبيرة من الطعوم والتي تحتاج مجهود شاق لتجهيزها و نقلها لموقع مكافحة الجراد وإمكانية تعفن الطعم.

(٢ ,٢ ,٦ ,٩) التعفير

وفيها يتم خلط مسحوق التعفير مع مادة حاملة خاملة مثل مسحوق الطباشير أو بودرة التلك ثم تعفير الجراد باستخدام كيس من الخيش يوضع به المسحوق ثم القرع عليه بواسطة ساق خشبية. ويحتاج الهكتار الواحد ١٠كجم من المستحضر مع احتمال عدم الحصول على نتائج غير مرضية أحيانا خاصة مع الأعمار الأخيرة من الحوريات أو مع الحشرات الكاملة. هذا وقد تسبب عمليات التعفير بعض المشاكل الصحية للقائمين بعمليات المكافحة.

(٣,٢,٦,٩) الرش

تُعد عمليات الرش من أكثر الطرق شيوعاً لمكافحة الجراد نظراً لسرعة معدل الأداء، الحصول على إبادة مؤكدة وسريعة واستخدام كميات أقل من المبيدات الحشرية. ويلزم لإجراء عمليات الرش تجزيء أو تفتيت سائل المبيد في صورة رذاذ أو قطيرات دقيقة جيداً ثم توزيعها على المنطقة المستهدفة.

ويمكن تلخيص أهم مميزات وعيوب طرق المكافحة المختلفة في الجدول رقم (١,٩).

الجدول رقم (١,٩). مميزات وعيوب طرق المكافحة المختلفة

طريقة المكافحة	المميزات	العيوب
الميكانيكية	١- تكاليف منخفضة ٢- تأثير قليل على البيئة ٣- لا تحتاج إلى آلات متخصصة	١- بطيئة المفعول ٢- غير فعالة في أغلب الأحوال ٣- تحتاج إلى عمالة كثيفة
الطعوم السامة	١- المبيد موجه جيداً ضد الجراد ٢- تحتاج إلى آلات أقل تخصصاً	١- تحتاج إلى كميات كبيرة من الطعم ٢- تحتاج إلى مجهود كبير لخلط الطعم ٣- معدل التطبيق بطيء ٤- احتمال تعفن الطعوم
التعفير	١- تحتاج إلى آلات أقل تخصصاً	١- تحتاج إلى كميات كبيرة من المسحوق ٢- معدل التطبيق بطيء ٣- احتمال فشل عملية المكافحة ٤- إمكانية حدوث مخاطر للقائمين بعملية التعفير
الرش	١- معدل أداء أسرع ٢- إبادة سريعة و مؤكدة	١- يحتاج لآت رش متخصصة ٢- يحتاج إلى تدريب الكوادر جيداً ٣- يحتاج إلى ملابس واقية للحصول على مكافحة آمنة وفعالة

يمكن تقسيم الرش إلى :

أولاً : محاليل الرش المائية

وهنا يتم خلط المبيد المجهز في صورة مركز قابل للاستحلاب (EC) أو المسحوق القابل للبلل (WP) مع كميات كبيرة من الماء، إلا أن انخفاض معدل الأداء (عدد الهكتارات المعاملة/ ساعة) وصعوبة توفير الكميات الضخمة من الماء في أماكن مكافحة الجراد تحد من استخدام محاليل الرش المائية في مكافحة الجراد.

ثانياً : الرش بالحجم المتناهي في الصغر(ULV)

يُعد الرش بالحجم المتناهي في الصغر من أكثر الطرق شيوعا وكفاءة في مكافحة الجراد حيث يحتاج الهكتار حجماً قدره ٥ , ٠-٥ لتر من سائل الرش ولو أن من المفضل استخدام حجم قدره ٥ , ٠-١ لتر/ هكتار عند مكافحة الجراد حيث يستخدم المبيد مباشرة بدون تخفيف بالماء حيث يتم تحويل المبيد بواسطة أنواع متخصصة من آلات الرش إلى قطيرات دقيقة تحمل بواسطة الرياح حتى الوصول إلى الهدف. وحتى يتم منع تبخر هذه القطيرات تحت الظروف الحارة في مناطق مكافحة الجراد فقد تم تجهيز المستحضرات في صورة زيتية والتي لا تسمح بالتبخر ولا السقوط السريع على الأرض ولكن تسمح بأن تحمل بفعل الرياح. ويمتاز الرش بالحجم المتناهي في الصغر باستخدام كميات صغيرة من أحجامها وبذلك تكون اقتصادية وعدم الحاجة لاستخدام الماء ولا تحتاج إلى الخلط علاوة على أنها ذات معدل أداء سريع، إلا إنه يعيب الرش بهذه الطريقة هو احتمال تعرض القائمين بعمليات الرش لمخاطر هذه المبيدات عن طريق الاستنشاق وبعض المستحضرات المستخدمة تحتوي على تركيزات عالية من المادة الفعالية شديدة السمية، لابد من وجود رياح لضمان وصول المبيد للهدف و احتمال حدوث انجراف لقطيرات سائل الرش لمسافات بعيدة. هذا و يجب عند تطبيق المبيد عن طريق الرش بالحجم المتناهي في الصغر أن تتم بطريقة فعالة وذات أمان بيئي عال للإنسان والحيوانات. فعند اختيار آلات الرش لتطبيق المبيدات من النوع ULV يجب أن يوضع في الاعتبار :

١- حجم القطيرات والذي يجب أن يحتوي سائل الرش على قطيرات تتراوح أحجامها بين ٥٠-١٠٠ ميكرون لضمان وصول قطيرات سائل الرش للجراد. وهناك وسائل عديدة تحدث تجزئة لسائل الرش مثل البشابير الهيدروليكية والذي يعطي حجم قطيرات تتراوح بين ٢٠٠-٤٠٠ ميكرون وذات طيف أكبر من ٢,٥، بشابير تعمل بالدفع الهوائي والذي يعطي حجم قطيرات تتراوح بين ٤٠-٢٠٠ ميكرون وذات طيف أكبر من ٢ والمجزئات الدوارة والتي تعمل بالطرد المركزي والتي تفتت سائل الرش إلى قطيرات دقيقة جداً حيث تبلغ نسبة الطيف في بعض الأنواع لأقل من ١,٢.

٢- طيف قطيرات سائل الرش ويقصد بذلك إنتاج قطيرات رش متقاربة الحجم ويعبر عن طيف القطيرات بإيجاد النسبة (R) بين القطر الأوسط الحجمي (VMD) والقطر الأوسط العددي (NMD). فكلما اقتربت النسبة من الوحدة كلما كانت أحجام القطيرات أكثر تماثلا، وكلما ذادت هذه القيمة عن الواحد الصحيح دل ذلك على اختلاف أحجام القطيرات بدرجة كبيرة. وبهذه الطريقة يمكن للطائرة أن تقوم برش حوالي ٥٠٠ هكتار/ يوم مع إمكانية رش الأماكن الصخرية والتلال ورش أسراب الجراد المستقرة والطائرة.

٣- معدل الأداء والذي يعتمد على وسيلة حمل آلة الرش. يمكن حمل الآلات التي تقوم برش الحجم المتناهي في الصغر بواسطة الأفراد أو على سيارة أو تعلق على الطائرات حيث تختلف كل وسيلة في معدل أدائها. كما أن معدل الأداء يعتمد على معدل التصرف بحيث يتم معايرة آلة الرش اليدوية ليصبح معدل التصرف ٠,٠١٥ - ٠,١٥ لتر/ دقيقة، وما بين ٠,٠٥-١ لتر/ دقيقة في حالة الرشاشة المحمولة على سيارة و ما بين ٤-٥٠ لتر/ دقيقة في جهاز الرش المعلق على طائرة. والجدير بالذكر إنه يجب إجراء عملية المعايرة عند شراء واستخدام آلة رش جديدة، استخدام مبيد جديد، في بداية كل عملية رش، عند الحصول على نتائج إبادة غير مرضية و عند استهلاك كميات من المبيد أكبر من المتوقع.

٤- سهولة استخدام آلة الرش ومعايرتها وتنظيفها وصيانتها في مناطق العمل.

٥-الأداء الجيد للآلة تحت الظروف الصعبة وأن تكون مصنوعة من مواد ذات مواصفات جيدة حتى تتحمل العمل الشاق.

٦- سلامة القائمين بعمليات الرش حيث يجب أن تكون الآلة مأمونة الاستخدام كأن يكون التحكم في تشغيل وضبط و إيقاف الآلة من كابينة السيارة.

ومن العوامل التي يجب وضعها في الحسبان عند الرش بالحجم المتناهي في الصغر :

١- توزيع سائل الرش على الهدف بانتظام وهذا يتطلب استخدام آلة جيدة تنتج قطيرات ذا طيف ضيق المدى.

٢- عرض مجرى الرش Swath width وهي المسافة التي يترسب عليها معظم سائل الرش. ويتأثر عرض مجرى الرش بارتفاع قطيرات الرش حيث كلما زاد ارتفاع الرش كلما ازداد عرض مجرى الرش، حجم القطرة حيث يزداد عرض مجرى الرش بصغر حجم القطرة، سرعة الرياح حيث يزداد عرض مجري الرش بزيادة شدة الرياح والاضطرابات الهوائية والتي تزيد من عرض مجرى الرش.

٣- المسافة بين مسارات الرش Track spacing ويقصد بها المسافة بين مسار رش والذي يليه. ويفضل استخدام مسافة بين مسارات الرش أقل من عرض مجرى الرش للحصول على غطاء رش كلي ومنتظم بدرجة مقبولة حيث يتداخل راسب الرش الناتج من المسار مع رواسب المسار السابق.

٤- ارتفاع سائل الرش حيث يؤثر الارتفاع على اتجاه القطيرات المحمولة بفعل الرياح وبالتالي على مدى توزيع المبيد على المساحة المستهدفة ولذلك يجب أن يكون ارتفاع سائل الرش للرشاشات اليدوية من ٥ , ٠-٢ متر، وللرشاشات المحمولة على سيارة من ٢-٥ , ٣- سرعة نها في حالة الطائرات يجب أن يكون الارتفاع ما بين ٥-١٠ متر.

٥- سرعة تحرك آلة الرش Forward speed حيث يتناقص معدل حجم الرش بزيادة سرعة آلة الرش.

٦- استخدام الجرعات الموصى بها حيث أن الجرعة الموصى بها لمكافحة الجراد هي كمية المبيد تكفي لقتل الجراد بدرجة مرضية دون فقد كثير منه.

٧- حساب حجم السائل رشه لكل هكتار والذي يعتمد على تركيز المادة الفعالة في المستحضر (نسبة المادة الفعالة) والجرعة الموصى بها. يمكن حساب معدل استخدام حجم الرش تبعاً للمعادلة التالية :

$$\text{معدل استخدام حجم الرش (لتر/ هكتار)} = \frac{\text{الجرعة الموصى بها (جم مادة فعالة/ هكتار)}}{\text{تركيز المستحضر (جم مادة فعالة/ لتر)}}$$

(٧, ٩) اختيار المبيدات

تمت معظم عمليات مكافحة الجراد خلال القرن العشرين باستخدام المبيدات التقليدية التي تتبع المجاميع الكيميائية المختلفة من الهيدروكربونات المكلورة، مركبات الفوسفور العضوية، الكاربامات و البيروثريدات والتي تعمل كسموم بالملامسة أو كسموم معدية. وحاليا توجد بعض المستحضرات سواء كيميائية أو حيوية والتي تمتاز بقلة مخاطرها على الإنسان والبيئة وزيادة كفاءتها من الناحية اللوجيستية (النقل، الإمداد والتجهيز)، إلا إنها إما ما زالت تحت التجريب أو انخفاض كفاءتها الإبادية. وهناك بعض الاعتبارات التي يجب مراعاتها عند اختيار المبيدات المستخدمة في مكافحة الجراد مثل :

١- الفعالية. فكلما كانت المادة الفعالة (a.i) سامة للجراد كلما كانت الكمية المستخدمة أقل.

٢- الأمان. يجب أن يكون المستحضر ذات أمان بيئي عال.

٣- الاختيارية. يجب أن يكون المستحضر سام على الجراد دون الأنواع الأخرى.

٤- طريقة دخول المبيد جسم الحشرة. حيث تحتاج الأسراب الطائرة إلى مبيدات تحدث تأثيرها السام بالملامسة، بينما الحشرات الجاثمة والحوريات تحتاج إلى مستحضرات تحدث تأثيرها السام عن طريق المعدة مع الغذاء.

٥- سرعة التأثير السام. ينخفض مقدار التلف الحادث للمحاصيل كلما كان المستحضر سريع الفعالية .

٦- طول مدة تخزين المستحضر. حيث تؤثر مدة التخزين على تحقيق الفعالية المطلوبة بسبب تدهور المستحضر.

٧- مدى توافر المستحضر و سهولة الحصول عليه خلال فترة زمنية قصيرة.

٨- التكلفة. حيث تعتبر مبيدات الجراد من أكثر العناصر تكلفة في حملات مكافحة الجراد ولذلك اختيار المستحضرات الأقل سعراً سوف تقلل كثير من نفقات عملية المكافحة.

(١ , ٧ , ٩) مبيدات الجراد التقليدية

هناك بعض المجاميع الكيميائية والتي تشمل بعض المبيدات الشائعة الاستخدام في مجال مكافحة الجراد مثل :

(١ , ١ , ٧ , ٩) الهيدروكربونات المكلورة

تتميز الهيدروكربونات المكلورة بأن لها مدى واسع من حيث تأثيرها على كثير من الحشرات وأن لها سمية منخفضة للثدييات إلا أنه يعيب هذه المركبات كما سبق ذكره تراكمها في الأجسام الدهنية للثدييات والسلاسل الغذائية ولها ثبات عال في البيئة بسبب انخفاض معدلات تحطمها وبذلك فهي تشكل خطورة على الإنسان والحيوانات المزرعية والكائنات البرية ولذلك لا يوصى باستخدام معظم الهيدروكربونات المكلورة في مكافحة الجراد كما هو الحال مع الآفات الأخرى على الرغم من أن بعض مركبات هذه المجموعة مثل الدايلدرين يعطي فعالية للنباتات الصحراوية لعدة أسابيع ضد الجراد.

(٢ , ١ , ٧ , ٩) مركبات الفوسفور العضوية

تُعد هذه المجموعة من أكثر المركبات استخداما لمكافحة الجراد حيث تتميز بسرعة فعلها خلال ٢-٨ ساعات من المعاملة، لها مدى واسع التأثير، انخفاض سمية بعض مركباتها ضد الثدييات، عدم ثباتها نسبيا في البيئة وبذلك تكون قليلة الخطر على البيئة و انخفاض سعر مستحضراتها، إلا أن يعيبها أن بعضها سام للثدييات والطيور

و الأسماك. ومن أشهر مركبات الفوسفور العضوية التي تستخدم لمكافحة الجراد الفينتروثيون، الكلوروبيروفوس والملاثيون.

(٣, ١, ٧, ٩) مركبات الكاربامات

تتميز مركبات الكاربامات بنفس خصائص مركبات الفوسفور العضوية ويعتبر مركب البنديوكارب من أشهر مركبات الكاربامات الذي يستخدم في مكافحة الجراد حيث أن للمركب تأثيراً جهازياً وكسم بالملامسة ومعدي. ويمتاز هذا المركب بأن متبقياته لها تأثير جيد ضد الجراد، كما أن له تأثير واسع المدى.

(٤, ١, ٧, ٩) البيرثرويدات

تتميز هذه المجموعة من المركبات بفعلها الصارع السريع خلال دقائق معدودة، لها تأثير واسع المدى وانخفاض سميتها للثدييات، إلا أن يعيب هذه المركبات إمكانية حدوث إفاقة واستعادة الجراد نشاطه (Recovery) والذي يقع صريعاً عقب الرش مباشرة ويرجع ذلك إلى عدم استخدم الجرعات الموصى بها أو إلى عدم التطبيق الصحيح. ومن أشهر مركبات هذه المجموعة الدلتامثرين Deltamethrin، لمبداسيهالوثرين Lambda-cyhalothrin ومركب إس-فينفاليريت Esfenvalerate والذي يتميز بأن متبقياته لها تأثير جيد ضد الجراد وله تأثير واسع المدى.

(٥, ١, ٧, ٩) مخاليط المبيدات

يمكن استخدام بعض المخاليط أو ما يسمى بالكوكتيل الذي يتكون من مبيدين أو أكثر من مبيدات الجراد بهدف الحصول كفاءة عالية ضد الجراد بتركيزات منخفضة حيث يتم الاستفادة من الخواص المميزة لكل مبيد. ومن أشهر مخاليط المبيدات المستخدمة في هذا المجال هو المخلوط الذي يتكون من الفينتروثيون ذات التأثير البطيء نسبياً مع مركب إس-فينفاليريت ذات التأثير الصارع. ويعيب هذه المخاليط صعوبة حساب الجرعات اللازمة لتكوين المخلوط بالنسب المناسبة و لها تأثير واسع على البيئة وكذلك غير معروف تأثيراتها المشتركة على الإنسان.

(٨ , ٩) الاتجاهات الحديثة في مكافحة الجراد واستخدام بدائل المبيدات التقليدية

هناك بعض لاتجاهات الحديثة والمستخدمة في مكافحة الجراد حيث يستخدم فيها المركبات ذات الأصل النباتي أو منظمات النمو الحشرية أو المبيدات الميكروبية أو الفرمونات أو المركبات الكيميائية الجديدة بدلا من الاعتماد على المبيدات التقليدية. وتمتاز هذه البدائل بانخفاض سميتها للثدييات و ذات أمان بيئي جيد إلا أن بعض هذه البدائل ذات تأثير بطيء أو ما زال تحت التجريب.

(١ , ٨ , ٩) المركبات ذات الأصل النباتي

تحتوي مستخلصات بذور أشجار النيم على مادة الأزادراكتين Azadirachtin وكذلك على أنواع مختلفة من مشتقات الليمونويد Lemonoids مثل نيمبوليد Nimbolide، نيمبين Nimbin وسالانين Salannin والتي لها تأثير كمبيد قاتل وكمادة طاردة ومانعة للتغذية. وتمتاز مستخلصات النيم بأن لها ذات أمان بيئي عالي وانخفاض سميتها على الثدييات، إلا أن يعيب هذه المستخلصات بإنها بطيئة المفعول، لا تحدث إبادة كاملة للجراد المرشوش، عدم توفرها بكميات كبيرة على المستوى التجاري وإمكانية فساد مستحضراتها.

(٢ , ٨ , ٩) منظمات النمو الحشرية Insect Growth Regulators (IGRs)

تتداخل منظمات النمو الحشرية في تصلب كيوتيكل الحشرات حيث تؤثر على مادة الكيتين المكون للكيوتيكل عن طريق تثبيط أنزيم الأوكسيديز أحادي الأمين Monoamine Oxidase (MAO) فتموت الحشرات نتيجة عدم مقدرتها على تكوين الجليد الجديد أثناء الانسلاخ. وتعمل منظمات النمو الحشرية وقت الانسلاخ و فقس البيض. وتمتاز منظمات النمو الحشرية بتخصصها العالي ضد الحشرات المستهدفة لإنها تحدث تأثيرها عن طريق المعدة وبذلك فهي ذات تأثير قليل على الحشرات النافعة، ذات أمان عالي على الإنسان والبيئة، ضعيفة التأثير على الطيور والأسماك، ثابتة حيث تحتفظ بفاعليتها على النباتات لفترة طويلة، إلا أن يعاب عليها إنها تحتاج لأكثر من ٣ أيام لإظهار تأثيرها السام، ضعف تأثيرها على الحشرات الكاملة من الجراد وتؤثر على بعض مفصليات الأرجل التي تعيش في الماء.

ومن أشهر منظمات النمو والتي تتبع مجموعة البنزويل يوريا مركب ترايفلومورون Triflumuron، الدايفلوربنزيرون Diflubenzuron والذي يستخدم بمعدل ٦٠-٥ , ٦٧جم (م.ف)/ هكتار و تفلوبنزيرون Teflubenzuron والذي يكافح الأطوار غير الناضجة لمعظم أنواع الجراد وله أيضا تأثير تعقيمي لإناث الحشرات بجانب تأثيره على الانسلاخ.

(٣, ٨, ٩) الفرمونات Pheromones

يقوم الجراد بإفراز مواد ناقلة للرسائل الكيميائية Semiochemicals أو ما تسمى الفرمونات والتي تحدث استجابات مختلفة مثل فرمون وضع البيض، فرمون التجمع وفرمون التزاوج بين أفراد الجراد من النوع الواحد وبالتالي يمكن لبعض الفرمونات المصنعة عكس عملية التجمع لتشتيت الأسراب والحوريات. وتمتاز الفرمونات بتخصصها العالي وذات أمان بيئي عالي وإمكانية خلطها مع المبيدات التقليدية، إلا أن يعيبها إنه لا توجد دلائل على فاعليتها لإبادة الجراد وعدم توفرها على النطاق التجاري.

(٤, ٨, ٩) المبيدات الميكروبية Biocides

يمكن استخدام بعض الكائنات الحية الدقيقة مثل البكتريا، الفيروسات، البروتوزوا، الفطريات في مكافحة الجراد عن طريق نقل بعض الأمراض للجراد والتي تنتقل من عشيرة لأخرى متى توافرت الظروف المناسبة. وتتميز المبيدات الميكروبية بأن ليس من الضروري رش كل الجراد لإحداث العدوى، علاوة على تخصصها على الجراد وبذلك يكون لها تأثيرات ضعيفة على الإنسان والحيوان والبيئة وإمكانية إنتاج مستحضراتها محليا. ويعيب هذه المبيدات فعلها البطيء، تباين في معدلات كفاءتها، لا تتحمل التخزين لفترات طويلة، صعوبة إنتاجها بكميات كبيرة وبتكلفة رخيصة وذلك بسبب إكثارها داخل النظام الحي *in vivo*. ويعتبر فطر الميتاريزم من النوع *Metarhzium anisopliae var. acrider* من أكثر المبيدات الميكروبية نجاحاً التي اختبرت حتى الآن ويمكن إكثاره خارج النظام الحي *in vitro* تحت الظروف المعملية. ويتميز

فطر الميتاريزم بفعله الجيد عن طريق الملامسة علاوة على وجود بعض السلالات منه في صورة مستحضرات تعرف باسم Green Muscle يمكن رشها بالحجم المتناهي في الصغر. وهذا الفطر يحدث الموت بعد ٧-١٠ أيام من رشه والتأثير التام يظهر خلال ١٤-١٨ يوم. وتبلغ فترة نصف عمر جراثيم الفطر حوالي ٦,٨ يوم. ومن مميزات هذا الفطر إنه يعطي مكافحة لفترة طويلة للحقول المرشوشة به مقارنة بالحقول المرشوشة بمبيد الفنيتروثيون والتي يتم مهاجمتها مرة أخرى بالجراد بعد ١٥ يوم. كما أن فطر البيوفاريا من النوع *Beauvaria bassiana* والذي يسوق تجاريا تحت اسم Mycotrol قد أظهر بعض النجاح ضد الجراد إلا إنه غير فعال تحت درجات الحرارة العالية والرطوبة المنخفضة ولذا لا بد من توفر مناخ معتدل حتى يحدث الفطر تأثيره. ومن التجهيزات المتوفرة تجارياً من البروتوزوا لمكافحة الجراد النيوزيما من النوع *Neosema locusta* والتي تجهز في صورة طعوم سامة وتحت اسم No-Lo أو Semaspore وهذه التجهيزات شائعة الاستخدام بين المزارعين المهتمين بالزراعة العضوية. ففي الصين يتم سنوياً رش هذه التجهيزات من النيوزيما على حوالي ١٠٠,٠٠٠ هكتار مما تخفض من التعداد الحشري بنسبة حوالي ٤٠-٦٠٪.

(٥,٨,٩) المبيدات الكيميائية الجديدة

يُعد مركب الفبرونيل Fipronil والذي يتبع مجموعة الفينايل بيرازول Phenyl Pyrazole من المبيدات الحشرية الجديدة والتي تعتبر في مرحلة الاختبار ضد الجراد. ويحدث تأثيره السام عن طريق تثبيط الجابا GABA التي تنظم أيونات الكلوريد في الجهاز العصبي للحشرات. ويمتاز المركب بثباته و قدرته على مكافحة الحشرات المقاومة للمبيدات الحشرية التقليدية، له مدى واسع ضد أنواع عديدة من المفصليات، متبقياته لها تأثير ممتاز ضد الحشرات و سميته منخفضة للثدييات والطيور والأسماك. ويستخدم المركب رشا على المجموع الخضري بمعدل يتراوح ما بين ١٠-٨٠ جم (م.ف)/ هكتار حيث يحدث تأثيره كمسم بالملامسة وعن طريق المعدة، كما أن له خصائص جهازية متوسطة. و يعيب المركب فعله البطيء مما يؤدي إلى إبادة غير كاملة للآفات وإمكانية

تأثيره على الحشرات غير المستهدفة. ويسوق المركب تجاريا تحت اسم ريجنت Regent في صورة مستحضرات للرش بالحجم المتناهي في الصغر أو مركزات قابلة للاستحلاب لاستخدامها ضد الجراد.

Fipronil
(±)-5-amino-1-(2,6-dichloro-α,α,α-trifluoro-p-tolyl)-4-trifluoromethylsulfinylpyrazole-3-carbonitrile

أيضا يستخدم مركب إيميداكلوبريد Imidaclopride والمعروف تجاريا باسم الكونفيدور والذي يتبع مجموعة نيونيكوتينويد Neonicotinoid بمعدل ٢٥-١٠٠جم (م.ف)/ هكتار رشاً على الكساء النباتي لمكافحة الجراد المهاجر، إلا أن لا توجد دلائل حتى الآن لمدى فاعلية المركب ضد الجراد الصحراوي. والمركب يحدث تأثيره السام عن طريق الارتباط بالمستقبلات النيكوتينية Nicotinic Receptors في منطقة ما بعد الشبك العصبية في الجهاز العصبي للحشرات. ويعمل المركب كسم جهازي، بالملامسة وعن طريق المعدة.

Imidaclopride
1-(6-chloro-3-pyridylmethyl)-N-nitroimidazolidin-2-ylideneamine

ويمكن حصر أهم المبيدات الكيميائية ومنظمات النمو الحشرية والمبيدات الميكروبية والتي أوصت بها منظمة الأغذية والزراعة في عام ١٩٩٨م لمكافحة الجراد وكذلك تأثيراتها البيئية في الجدول رقم (٢ , ٩).

الجدول رقم (٢ ,٩). المبيدات الموصى بها من قبل منظمة الزراعة والأغذية لمكافحة الجراد وتأثيراتها على الكائنات المختلفة

المبيد	التأثير على البيئة المائية	التأثير على اللافقاريات الأرضية	التأثير على الفقاريات الأرضية	درجة السمية تبعاً لتقسيم منظمة الصحة العالمية
بنديوكارب	متوسط	عالي	متوسط	متوسط الضرر
كلوروبيروفوس	عالي	عالي	متوسط	متوسط الضرر
دلتامثرين	عالي	متوسط	منخفض	ليس من المحتمل أن يحدث ضرر حاد
دايفلوبينزيرون (طبقات)	عالي	متوسط	منخفض	ليس من المحتمل أن يحدث ضرر حاد
دايفلوبينزيرون (حواجز)	عالي	متوسط	منخفض	ليس من المحتمل أن يحدث ضرر حاد
فينتروثيون	متوسط	عالي	متوسط	متوسط الضرر
فيبرونيل (طبقات)	منخفض	عالي	منخفض	ليس من المحتمل أن يحدث ضرر حاد
فيبرونيل (حواجز)	منخفض	عالي	منخفض	ليس من المحتمل أن يحدث ضرر حاد
لمدا-ثيهالوثرين	منخفض	عالي	منخفض	ليس من المحتمل أن يحدث ضرر حاد
ملاثيون	متوسط	عالي	منخفض	متوسط الضرر
ميتاريزم	لا توجد نتائج متاحة حتى الآن	منخفض	منخفض	محدودة الضرر
تيفلوبينزيرون (طبقات)	عالي	متوسط	منخفض	ليس من المحتمل أن يحدث ضرر حاد

تابع الجدول رقم (٢ , ٩).

المبيد	التأثير على البيئة المائية	التأثير على اللافقاريات الأرضية	التأثير على الفقاريات الأرضية	درجة السمية تبعاً لتقسيم منظمة الصحة العالمية
تيفلوبينزيرون (حواجز)	عالي	متوسط	منخفض	ليس من المحتمل أن يحدث ضرر حاد
ترايفلوميورون (طبقات)	عالي	متوسط	منخفض	ليس من المحتمل أن يحدث ضرر حاد
ترايفلوميورون ((حواجز	عالي	متوسط	منخفض	ليس من المحتمل أن يحدث ضرر حاد

(٩ , ٩) استراتجيات الرش بالحجم المتناهي في الصغر

لمكافحة الجراد بكفاءة عالية يجب استخدام أكثر من استراتيجية لرش المبيدات في صورة قطيرات دقيقة جداً بهدف حدوث تغطية كاملة للمساحات المستهدفة. وتعتبر الفترة من الصباح من الساعة الثامنة حتى الحادية عشر وفترة ما بعد الظهر بعد الساعة الرابعة أفضل الأوقات لإنجاز الرش بواسطة بالحجم المتناهي في الصغر وذلك في وجود رياح مستقرة ذات سرعة قدرها ٢متر/ ثانية ولا تزيد عن ١٠ متر/ ثانية على أن لا يتم الرش في وجود حمل حراري عندما تزداد حرارة الشمس في السماء ولا عند تساقط الأمطار أو احتمال تساقطها. ويجب التنبيه هنا على إنه من المهم إجراء الرش بزاوية قائمة على اتجاه الرياح. ومن الاستراتجيات المستخدمة للرش بالحجم المتناهي في الصغر :

(١ , ٩ , ٩) رش مجموعات الحوريات المفردة (معاملة الهدف مباشرة)

وفيها يتم رصد المجموعات الفردية من الحوريات ورشها بواسطة الرشاشات اليدوية أو الرشاشات المحمولة على سيارات ولا تستخدم الطائرات في رش هذه المجموعات لتوفير نفقات تشغيل الطائرات و منع الفقد في المبيدات و أن

الطائرات لا يمكن استخدامها بكفاءة في حالة المساحات التي تقل عن ٢٥هكتار. ويعيب هذه الطريقة صعوبة تطبيقها، صعوبة الحصول المجموعات الفردية والمكافحة بطيئة.

(٩,٩,٢) رش التجمعات أو الكتل Blocks والتي تحتوي على مجموعات الحوريات Bands

حيث يتم تحديد المساحة من الأرض التي تحتوي مجموعة الحوريات ثم رش هذه المساحة وبذلك نحصل على مكافحة سريعة للمساحة التي تحتوي على هذه الحوريات قبل أن تتحول هذه الحوريات إلى الحشرات الكاملة وتتفاقم المشكلة. ويعيب هذه الطريقة انخفاض كفاءتها وفقد كميات كبيرة من المبيد بسبب رش المناطق غير المصابة، كما أن تأثيرها سيء على البيئة.

(٩,٩,٣) الرش في حواجز ضد مجموعات الحوريات Barrier Spraying

وفيها يتم رش المبيدات بواسطة الرشاشات اليدوية أو المحمولة على سيارات أو بواسطة آلات الرش الجوية في خطوط أو حواجز بينها مساحات كبيرة غير مرشوشة وعندما تتحرك الحوريات داخل المنطقة المصابة للتغذية فإنها تلامس هذه الخطوط وتتغذى على النباتات المرشوشة فتموت. وتمتاز هذه الاستراتيجية بكفاءتها العالية، أقل تأثيراً على البيئة، أسهل في التطبيق حيث لا يستدعي الأمر بإضاعة الوقت لرصد المجموعات الفردية، إلا أن يعيب هذه الطريقة هو لا بد من توفر مبيد يحتفظ بفعاليته على النباتات لفترة قد تمتد لعدة أسابيع.

(٩,٩,٤) رش أسراب الجراد المستقرة

وفيها يتم رش أسراب الجراد الجاثمة Milling على النباتات في الصباح الباكر قبل طيران السرب أو خلال الفترة المتأخرة من بعد الظهر عندما تكون الأسراب قد استقرت مرة ثانية. وتمتاز هذه الطريقة برش الملايين من الجراد حيث تتجمع بأعداد كبيرة في مساحة صغيرة وبالتالي لا توجد صعوبة في وجود الهدف، إلا أن يعيبها صعوبة العثور على الأسراب المستقرة خلال فترة الصباح القصيرة، علاوة على صعوبة رش الأسراب المستقرة خلال هذه الفترة القصيرة.

(٥, ٩, ٩) رش الأسراب الطائرة

ويستخدم لذلك الطائرات لرش الأسراب أثناء طيرانها القصير حول مكان جثوم السرب في الصباح الباكر أو ليلاً بعد استقرار السرب وعادة يكون الرش خلال فترة ما بعد الظهر أكثر فاعلية وذلك لقضاء الجراد فترة طويلة تتغذى على النباتات المرشوشة وكذلك تجمع أسراب الجراد بكثافة أعلى في الطيران القصير. كما يمكن رش الجراد أثناء الطيران التام و من المفيد رش الأسراب الطبقية منخفضة الارتفاع Stratiform (حتى ١٠٠ متر) عنها في رش الأسراب التراكمية مرتفعة الطيران Cumuliform (حتى ١٠٠٠ متر). وفي العادة تأخذ الأسراب الشكل الطبقي في الصباح و فترة بعد الظهر، بينما تأخذ الشكل التراكمي في الوقت الحار من اليوم عندما يحدث حمل حراري من الأرض الساخنة. و الجدير بالذكر إنه لا ينصح بإجراء الرش عند مقدم السرب لأن سحابة سائل الرش سوف تسبق السرب حيث أن الأسراب تتحرك عادة مع اتجاه الرياح وبسرعة أقل من سرعة الرياح. وتمتاز هذه الاستراتيجية بالكفاءة العالية حيث تساعد هذه الطريقة على التقاط الجراد لقطيرات المبيد، علاوة طول الفترة المتاحة لعمليات الرش، إلا أن يعيبها عدم إمكانية رش الأسراب شديدة الكثافة بكفاءة عالية، علاوة حجب الجراد الشديد الكثافة الرؤية عن قائد الطائرة مما يعرضه للخطر.

الفصل العاشر

السمية العصبية المتأخرة لمركبات الفوسفور العضوية : تحفيزها والوقاية منها

Organophosphorous Compounds Induced Delayed Polyneuropathy (OPIDP): Promotion and Protection

●مقدمة ●خصائص السمية العصبية المتأخرة ●توزيع أنزيم السمية العصبية المتأخرة ●الدور الوظيفي لأنزيم السمية العصبية المتأخرة ●أنزيم السمية العصبية المتأخرة كأحد الأنزيمات الجديدة ●دور أنزيم السمية العصبية المتأخرة في حدوث السمية العصبية المتأخرة ●الآليات الكيمو حيوية للسمية العصبية المتأخرة ●العلاقة بين التركيب الكيماوي والقدرة على حث السمية العصبية المتأخرة ●علاقة النوع باختلاف الحساسية للسمية العصبية المتأخرة ●علاقة العمر باختلاف الحساسية للسمية العصبية المتأخرة ●الوقاية من وتعزيز السمية العصبية المتأخرة ●التنبؤ بالسمية العصبية المتأخرة

(١٠,١) مقدمة

تستخدم مركبات الفوسفورية العضوية OPs على نطاق واسع سواء في الزراعة كمبيدات أو في الصناعة كمركبات وسيطة في صناعة المركبات أو في صناعة زيوت التشحيم وكمواد إضافية للوقود أو تستخدم في الحرب الكيماوية كغازات أعصاب. وهذه المركبات تحدث تأثيرات ضارة للمشتغلين بها سواء عند صناعتها أو تجهيزها أو عند استخدامها ويقدر أعداد المعرضين سواء وظيفيا أو عن طريق الغذاء أو منزليا أو نتيجة حالات الحوادث العرضية أو المقصودة من عشرات الآلاف إلى الملايين. وللأسف فإن البيانات الخاصة بحالات التعرض لهذه المركبات غير متوفرة لدى بعض البلدان و تمثل حالات الحوادث الزراعية نتيجة استخدام هذه المركبات أقل من ٢٠ حالة سنويا بإنجلترا، بينما في بعض الدول النامية مثل سيريلانكا فإن التسمم بهذه المركبات شائع الحدوث ويرجع ذلك إلى

مجموعة من العوامل المعقدة والتي تختلف من مكان إلى مكان ومدى استخدامها ونقص الخبرات. وترتبط حالات الوفاة بهذه المركبات إلى التأخر في التشخيص أو عدم وجود الإدارة المناسبة ولذا فإن التشخيص المبكر والعلاج المناسب قد تنقذ حياة المسممين على الرغم من تفاقم الأعراض الإكلينيكية. ولمركبات الفوسفور العضوية أو نواتج هدمها القدرة على إحداث أشكال عديدة من السمية، حيث أن هذه المركبات قد تحدث سمية حادة نتيجة التأثير على النظام الكوليني في الجهاز العصبي Acute Cholinegeric Syndrome حيث تؤثر على الجهاز العصبي المركزي أو الجهاز العصبي المحيطي فتثبط أنزيم الأسيتايل كولين إستيريز AChE مما يؤدي إلى تراكم مادة الناقل العصبي المعروفة باسم الأسيتايل كولين ACh مما يؤدي إلى ظهور أعراض السمية الكلولينية والتي تشمل إفراط في إفرازات الجهاز التنفسي، التأثير على القلب، والتشنجات وحدوث شلل. كما وأن بعض هذه المركبات قادرة على إحداث السمية سواء تحت الحادة أو المتأخرة أو المزمنة العصبية السلوكية أو النفسية. هذه السمية تشمل السمية المتوسطة Intermediate Syndrome والتي تكون مصحوبة بحدوث شلل للأطراف البعيدة خلال ١-٤ أيام من التسمم، العصبية المتأخرة الناشئة عن مركبات الفوسفور العضوية OPIDP والتي تظهر أعراضها السريرية (الإكلينيكية) بعد ١-٢ أسبوع من التسمم حيث تكون مصحوبة بحدوث خلل للخلايا العصبية وفقد الإحساس ثم الشلل، وأخيراً السمية المزمنة العصبية النفسية الناشئة عن مركبات الفوسفور العضوية COPIDN. فبعض مركبات الفوسفور العضوية تثبط أنزيم يعروف باسم أنزيم السمية العصبية (Neuropathy Target Esterase, NTE) تسبب السمية العصبية المتأخرة وهي عبارة عن حدوث خلل متوالي في الجهاز العصبي والذي يظهر بعد ١-٢ أسبوع من تثبيط هذا الأنزيم وهذه السمية العصبية عبارة عن شلل غير قابل للإسترجاع.

وترجع أهمية دراسة السمية العصبية المتأخرة والأنزيم المسئول عنها إلى معرفة أهمية الوظيفة الفسيولوجية لهذا الأنزيم في تطور الخلية العصبية والتي

تتضمن نقل الإشارة بين الخلايا، بالاضافة إلى أن فهم الميكانيكا الجزيئية للسمية العصبية المتأخرة قد يقدم بعض البراهين المهمة لعمل النظام العصبي سواء تحت الظروف الطبيعية أو تحت ظروف عدم تكوين أو تجديد الخلايا العصبية (إنحلال) وأخيرا لأن أنزيم NTE هو أحد أفراد البروتينات المكتشفة حديثا وهو عبارة عن شريط يتم حفظه أثناء التطور والنشوء حيث يكون له وظائف أخرى بخلاف قدرته على تحليل الإسترات.

(٢ , ١٠) خصائص السمية العصبية المتأخرة

تم ملاحظة السمية العصبية المتأخرة لأول مرة في أواخر القرن التاسع عشر لدى مرضى السل عندما تم علاجهم بمركب الفوسفوروكريزوت وهو عبارة عن مخلوط من إسترات حامض الفوسفوريك و فينولات مستخرجة من فحم القطران و لكن هذه السمية قد شدت الانتباه في أوائل عام ١٩٣٠م عندما حدث شلل بدرجات متفاوتة لحوالي ٢٠٠٠٠ شخص في جنوب الولايات المتحدة نتيجة تناولهم المستخلص الكحولي للزنجبيل Ginger والذي وجد إنه ملوث بالمركب ثلاثي-أورثو-كريزيل فوسفات (TOCP) وقد أطلق على هذا المرض اسم شلل الزنجبيل Ginger Paralysis. كما تم تسجيل حالات عديدة للسمية العصبية المتأخرة نتيجة وجود هذا المركب في مياه الشرب وزيوت الطعام حيث تراوحت حالات الشلل المسجلة من حالات معدودة إلى حالات عديدة مثل ما حدث بالمغرب لحوالي ١٠٠٠٠ شخص نتيجة وجود هذا المركب بزيوت الطعام. ومن خصائص السمية العصبية المتأخرة هو حدوث شلل للأطراف الخلفية وفي الحالات الشديدة تكون مصحوبة أيضا بشلل للأطراف الأمامية حيث تبدو الأرجل ضعيفة بعد ٨-١٠ أيام في الدجاج الذي يعتبر الحيوان القياسي في تجارب السمية العصبية المتأخرة والمعامل بمركب TOCP وبعد ١٤-١٦ يوماً يصبح الدجاج في حالة شلل شديد ويكون ذلك مصحوبا بحدوث

قروح مورفولوجية عبارة عن إزالة أو منع تكوين المحاور العصبية البعيدة والتي لها أنصاف أقطار كبيرة (large and distal axonopathy) وذلك في خلايا الأعصاب الطرفية متجهة نحو الأعصاب القريبة وفي الحالات الشديدة يتأثر أيضا الحبل الشوكي مما يدل على أن السمية العصبية المتأخرة تظهر في صورة موت خلفي Dying Back مصحوبا بتغيرات باثولوجية في أنواع عديدة من حيوانات التجارب أو في الإنسان. هذا الموت الخلفي مهم في وصف مدى انحلال الخلايا والألياف العصبية الناشئ عن مركبات الفوسفور العضوية.

وعلى الرغم من أن هناك تغيرات مرئية كحدوث خلل في الوظائف الحركية فإن هناك بعض التغيرات الجوهرية تكون مصاحبة للمظاهر الإكلينيكية وهذه التغيرات قد تكون على المستوى الجزيئي أو الخلوي أو الوظيفي وهي السمات المميزة للسمية العصبية المتأخرة. يلي التغيرات الجزيئية مجموعة من التغيرات التي تحدث في الجهاز العصبي الطرفي مثل انحلال المحاور العصبية وخاصة الممتدة وفقد غشاء الميلين المغلف للخلايا العصبية وزيادة خلايا شوان وتراكم الخلايا الآكلة. الجدير بالذكر أن هناك نوعين من السمية العصبية المتأخرة : النوع الأول والذي يتضمن حدوث سمية عصبية في المناطق البعيدة والحساسة للجهازين العصبي المركزي والطرفي والتي تبدأ بعد ١-٢ أسبوع من التعرض لجرعة واحدة من المركب الفوسفوري و تكون مصحوبة بتكسير للغشاء الميليني المغلف للألياف العصبية البعيدة. ومن الناحية الإكلينيكية هذه السمية تكون مصحوبة برعشة (ataxia) وضعف يتطور إلى شلل (paralysis). أما النوع الثاني من السمية العصبية فيكون مصحوبا بحدوث تأخر في الرعشة والذي يتطور إلى تمدد شديد (كما يحدث في القطط والقرود) أو التواء الذيل ورعشة و دوران (كما يحدث في الفئران) أو شلل لين (كما يحدث في الدجاج) وهذه السمية تحدثها المركبات ثلاثية الفوسفيت مثل ثلاثي كريزيل فوسفيت أو ثلاثي فينايل فوسفيت ويكون ذلك مصحوبا بحدوث انتشار القروح للمادة السنجابية الموجودة في الخلايا العصبية. وتبدأ السمية

العصبية الناشئة عن ثلاثي فينايل فوسفيت (TPP) مبكرا حيث تبدأ بعد ٥-١٠ أيام مقارنة بالسمية العصبية من النوع الأول والتي تبدأ بعد ٧-١٤ يوماً بعد المعاملة وتكون السمية الناشئة عن مركب TPP مصحوبة بتحلل مادة الكروماتين وتعفن الخلية العصبية وقروح في بعض مناطق المخ وقد اقترح إن السمية العصبية الناشئة عن مركب ثلاثي فينايل فوسفيت (TPP) تنتج أساسا من آليتين مستقلتين : الأولى مماثلة تماما للسمية العصبية المتأخرة الناشئة عن OPIDP والناشئة عن تثبيط أنزيم يسمى NTE والأخرى مرتبطة بهدف آخر.

وعلى الرغم من إن مركبات الفوسفور العضوية قد أحدثت شللا لعديد من الأشخاص خلال القرن العشرين إلا إن هذا المرض أصبح نادر الحدوث حاليا. وفي الحقيقة فإن السمية العصبية المتأخرة تحدث في الإنسان و بعض الثدييات بفعل بعض مثبطات أنزيم الأسيتايل كولين إستيريز (AChE) مثل كل من الليبتوفوس، EPN، السيانوفينوفوس، الميبافوكس، الكلوربيروفوس، الدايكلورفوس، الأيزوفينفوس، والترايكلورنيت، كما إنها تحدث بفعل بعض المركبات الفوسفورية غير المثبطة لأنزيم AChE مثل مركب TOCP. وقد تسبب مركب الميثأميدوفوس في حدوث حالات عديدة من السمية العصبية المتأخرة، علاوة على إنه مسئول عن حوالي ٥٠٪ من حالات التسمم والوفاة بالصين ويرتبط تأثيره السام بشدة التسمم وتظهر أعراض السمية العصبية المتأخرة بعد أسبوعين أو أكثر من التسمم الحاد وعادة تحدث السمية العصبية بعد الاستشفاء والخروج من المستشفى ويكون ذلك أيضا مصحوبا بحدوث شلل للأطراف الخلفية وضعف قوة قبضة اليد للمتسممين بالميثأميدوفوس. هذه السمية العصبية المتأخرة تكون مستقلة تماماً عن تثبيط أنزيم AChE ولكنها تعتمد على حدوث تحور لبروتين موجود في الخلايا العصبية يعرف باسم أنزيم السمية العصبية المتأخرة NTE والذي تم وصفه بإنه الأنزيم المستهدف لفعل مركبات الفوسفور العضوية سواء في الإنسان أو الفقاريات الأخرى و المرتبط بحدوث السمية العصبية المتأخرة. هذا وقد أوضحت بعض الدراسات أن

الكلوربيروفوس أوكسون ذوقدرة تثبيطية عالية لأنزيم AChE مقارنة بأنزيم NTE وأن السمية العصبية المتأخرة نتيجة التعرض الحاد لمركب الكلوربيروفوس تحدث عند جرعات تفوق الجرعة اللازمة لقتل ٥٠٪ من الأفراد المعاملة (LD_{50}) حتى ولو تم إعطاء جرعات متكررة للحيوان من مركب الفينايل ميثايل سلفونيل فلوريد (PMSF) المعروف بقدرته على تعزيز السمية العصبية المتأخرة.

ويُعد الدجاج هو الحيوان القياسي في تجارب السمية العصبية المتأخرة ويرجع ذلك لحساسيته العالية والتي تقترب من حساسية الإنسان، سهولة التعامل معه، وجود أعراض إكلينيكية وقروح واضحة، علاوة على تشابه السمية الحادثة به مع ما يحدث بالإنسان.

وقد قامت دراسات عديدة خلال فترة السبعينيات بدراسة تأثير المعاملة عن طريق الفم لجرعات أعلى من ٢٠٠٠ مجم/ كجم من مركب ثلاثي أريل فوسفات وهي قيم أعلى من قيم LD_{50} وكانت هذه إحدى متطلبات وكالة حماية البيئة الأمريكية EPA، ولكن خلال الثمانينات وضعت EPA الحد الأقصى للجرعة لدراسة السمية العصبية المتأخرة بما يعادل ٥٠٠٠ مجم/ كجم ثم تم تخفيض هذه الجرعة مرة أخرى خلال التسعينات لتصبح ٢٠٠٠ مجم/ كجم، بينما أصبحت أقصى جرعة لدراسة التأثيرات التحت مزمنة ١٠٠٠ مجم/ كجم لمدة ٢٨يوم. ويوضح الجدول رقم (١٠ و ١) المتطلبات الخاصة بوكالة حماية البيئة والوكالة الأوروبية OECD عند تقييم أحد المركبات من حيث قدرتها على إحداث سمية عصبية متأخرة. هذا وقد اهتمت دراسات عديدة لدراسة آليات إحداث السمية العصبية المتأخرة الناشئة عن مركب TOCP وبعض مركبات الفوسفور العضوية وتعتبر مركبات ثلاثية الأريل فوسفات من المركبات والتي تم تقييمها باستفاضة لدراسة قدرتها على إحداث سمية عصبية متأخرة وقد أوضحت هذه الدراسات إن معظم هذه المركبات والمتوفرة تجاريا لها قدرة منخفضة لإحداث سمية عصبية متأخرة عند المستويات الموجودة في زيوت الموتورات أو حتى عند المعاملة الحادة بجرعة تقترب من ٢٠٠٠ مجم/ كجم.

الجدول رقم (١٠,١). مقاييس السمية الحادة لمركبات الفوسفور العضوية المسببة للسمية العصبية المتأخرة

المقياس	مقاييس OECD	مقاييس EPA
نوع الحيوان	دجاج عمر ٨-١٢ شهر	دجاج عمر ٨-١٤ شهر
طريقة المعاملة	عن طريق الفم أو في كبسولات جيلاتينية	عن طريق الفم أو في كبسولات جيلاتينية وقد يتطلب أيضا معاملة عن طريق الجلد
تحضير الجرعات	المواد السائلة تعطي مباشرة أو تذاب في مذيب مناسب، بينما المواد الصلبة إما أن تذاب أو توضع في كبسولات	المواد السائلة تعطي مباشرة أو تذاب في مذيب مناسب، بينما المواد الصلبة لا بد من إذابتها إن أمكن ذلك. وضع الجرعات العالية من المواد الصلبة في كبسولات قد يعيق الامتصاص
عدد الحيوانات لكل مجموعة	٦ حيوانات لكل مجموعة تخصص للمشاهدات الإكلينيكية والتغيرات الخلوية و٦ حيوانات أخرى تخصص للمقاييس البيوكيميائية (٣ حيوانات لفترتين)	٦ حيوانات لكل مجموعة تخصص للمشاهدات الإكلينيكية والتغيرات الخلوية و٣ حيوانات أخرى لكل مجموعة تخصص للمقاييس البيوكيميائية بعد ٤٨ ساعة من المعاملة
جرعة المجموعات	كنترول وكنترول موجب (TOCP) ويجب أن تختار جرعة المادة المختبرة كحد أقصى أن أمكن ويستخدم الأتروبين لمنع الموت نتيجة النشاط الكوليني إذا كان ضروريا	كنترول وكنترول موجب (TOCP) ويجب أن تختار جرعة المادة المختبرة تبعا لقيمة LD_{50} أو تكون جرعة محددة ويجب أن يستخدم الأتروبين لمنع الموت نتيجة النشاط الكوليني إذا كان ضروريا
الجرعة المحددة	٢٠٠٠ مجم/ كجم/ يوم	٢٠٠٠ مجم/ كجم/ يوم

تابع الجدول رقم (١، ١٠).

المقياس	مقاييس OECD	مقاييس EPA
المشاهدات	يجب تقييم الأعراض الإكلينيكية عدة مرات خلال اليومين الأوليين ثم يوميا لمدة ٢١ يوم وهذه الأعراض تشمل الرعشة، قوة النشاط الحركي مثل تسلق السلم والشلل	يجب تقييم الأعراض الإكلينيكية يوميا لمدة ٢١ يوم على الأقل وهذه الأعراض تشمل أعراض سلوكية، شلل للخلايا المحركة، قوة النشاط الحركي مثل تسلق السلم والشلل
المقاييس البيوكيميائية	يجب قياس نشاط أنزيم NTE مرتين في المخ، والحبل الشوكي لثلاث حيوانات خلال ٢٤ وحتى ٤٨ أو ٧٢ ساعة من المعاملة وقد يشمل ذلك أيضا قياس الأنزيم في العصب الوركي	يجب قياس نشاط أنزيم NTE مرتين في المخ، والحبل الشوكي لثلاث حيوانات بعد ٤٨ ساعة من المعاملة ويقاس أنزيم AChE في أمخاخ نفس الدجاج
التغيرات الكلية الباثولوجية	يتم فحص الحيوانات باثولوجيا لكل الأجزاء	يتم فحص الحيوانات باثولوجيا لكل الأجزاء
التغيرات الخلوية	يتم فحص التغيرات الخلوية للجهاز العصبي ويتم عمل قطاعات في المخيخ والنخاع والحبل الشوكي وخلايا الأعصاب الطرفية ويجب إجراء الصبغ باستخدام صبغة متخصصة للميلين و المحاور العصبية	يتم فحص التغيرات الخلوية للجهاز العصبي ويتم عمل قطاعات في المخيخ والنخاع والحبل الشوكي والخلايا القريبة من الخلايا العصبية من الحبل الشوكي وتفرعاتها ويجب إجراء الصبغ باستخدام صبغة متخصصة للميلين و المحاور العصبية
التقييم	مدى حدوث وشدة وعلاقة التأثيرات السلوكية البيوكيميائية و التغيرات الخلوية لكل من الكنترول والحيوانات المعاملة بحيث يستخدم في عملية التقييم تدريج رقمي باستخدام الطرق الإحصائية	مدى حدوث وشدة علاقة التأثيرات السلوكية والبيوكيميائية و التغيرات الخلوية لكل من الكنترول والحيوانات المعاملة

(٣ , ١٠) توزيع أنزيم السمية العصبية المتأخرة NTE

يعرف أنزيم NTE عمليا بإنه الأنزيم المحلل لمادة الفينايل فاليريت (PV) والمقاوم للتثبيط بواسطة مركب البارأوكسون (عند تركيز ٤٠ميكروجزيئي) والحساس للتثبيط بواسطة مركب الميبافوكس (عند تركيز ٥٠ ميكروجزيئي، ٢٠ دقيقة فترة تحضين، رقم حموضة = ٨ ودرجة حرارة التحضين ٣٧°م) والمفترض بإنه الهدف المسئول عن حدوث السمية العصبية المتأخرة. ويمكن رصد هذا الأنزيم في المجانس الخلوي Homogenate باستخدام التحليل اللوني مستخدما مادة التفاعل غير الفسيولوجية المعروفة باسم الفينايل فاليريت (PV). وقد أوضحت بعض الدراسات أن تحلل إسترات الفينول قصيرة السلسلة (بروبيونيت، بيوتيريت) بواسطة أنزيم NTE تكون بدرجة أقل عن مادة الفينايل فاليريت ولكن تحلل الفينولات طويلة السلسلة يكون صعب بسبب صعوبة ذوبانها عند استخدامها بتركيزات المليجزيئي والمستخدمة في التقدير الأنزيمي. ويعتبر أنزيم NTE بروتين متكامل مرتبط بالغشاء في الخلايا العصبية ولكنه غير موجود في الخلايا الدبقية (glail cell)، كما أنه يتواجد في بعض الخلايا غير العصبية للفقاريات. ويختلف توزع هذا الأنزيم في الجزء الذائب من غشاء الخلايا العصبية من منطقة لأخرى في الجهاز العصبي المركزي، كما أن الدرجة القصوى لتثبيط هذا الأنزيم و زمن التثبيط بواسطة مركبات الفوسفور العضوية يختلف باختلاف المركبات. هذا وقد تم رصد أعلى نشاط لهذا الأنزيم في خلايا المخ وبكميات أقل في الحبل الشوكي وخلايا الأعصاب الطرفية وبنسبة نشاط بلغت ١ : ٢: ٠٤ , ٠ على التوالي، كما وأن الميكروسومات تعتبر من أكثر مكونات المخ إحتواءاً على نشاط هذا الأنزيم.

ويمكن التمييز بين الأنزيمات المحللة للإستر باستخدام مثبطات مختلفة من مركبات الفوسفور العضوية حيث يستخدم البارأوكسون و الميبافوكس لذلك. ويعتبر البارأوكسون نموذج للمركبات غير المسببة للسمية العصبية المتأخرة وقد وجد أن هذا المركب مثبط عكسي قوي لأنزيم السمية العصبية الذائب (S-NTE) ولذا فهو يتداخل في حساسية هذا الأنزيم مع المثبطات الأخرى ولذلك فإن إزالة البارأوكسون بواسطة الترشيح الدقيق للتغلب على مثل هذا التداخل يؤدي إلى ظهور حوالي ٦٥٪ من إجمالي

نشاط الأنزيم الأصلي الذائب والذي يثبط بهذا المركب الفوسفوري. وهناك صورتان من أنزيم NTE موجود في العصب الوركي للدجاج وهما النوع المحبب (P-NTE) والذي يقاوم فعل البارأوكسون والحساس للميبافوكس والمرتبط ببدء سمية عصبية متأخرة وهو يمثل ٤٠-٥٠٪ من نشاط الكلي لأنزيم NTE في العصب الوركي والمتبقي عبارة عن المكون الذائب (S-NTE)، بينما يمثل الجزء المحبب حوالي ٩٠٪ من نشاط أنزيم NTE الموجود في أنسجة المخ. فأنزيم NTE المرتبط بغشاء الأنزيم الذائب والذي وصفه العالم جونسون عام ١٩٦٩م يسمى P-NTE وذلك بسبب ارتباطه بالمكون المحبب من الغشاء العصبي، أما المكون الذائب فهو موجود في خلايا الأعصاب الطرفية في الدجاج وبعض الأنواع الأخرى وقد تم فصله باستخدام التحليل الكروماتوجرافي عن طريق الترشيح من خلال الجل إلى نوعين هما: $S\text{-}NT_1$ و $S\text{-}NTE_2$ ويمثل النوع الثاني حوالي ٩٧-٩٩٪ من النشاط الكلي لأنزيم NTE الذائب، أما النوع الأول فهو يمثل نسبة ضئيلة ربما قد تنتج من الذوبان الجزئي للمكون المحبب.

هذا وقد أوضحت الدراسات أن الأنزيم الذائب قد أظهر اختلافا في استجابته لعديد من مركبات الفوسفور العضوية مقارنة بالأنزيم المحبب داخل جسم الكائن الحي بواسطة الميبافوكس معاكس تماما لما يحدث خارج جسم الكائن الحي *in vitro*، كما وأن كلا النوعين من الأنزيم الذائب لهما حساسية مختلفة لمركب الميبافوكس حيث بلغت قيمة التركيز اللازم لتثبيط ٥٠٪ من نشاط الأنزيم (I_{50}) حوالي ٧ , ١ و ١٩ ميكروجزيئي لكل من أنزيمي $S\text{-}NTE_1$ و $S\text{-}NTE_2$، على التوالي. هذا وقد أوضحت الدراسات الخاصة بالفصل الكروماتوجرافي و تقدير الحساسية لمركب الميبافوكس أن الأنسجة المختلفة تحتوي على أنواع مختلفة من أنزيم NTE وأن أنزيم S-NTE عبارة عن مكون يختلف تماما عن كل من $S\text{-}NTE_1$ و P-NTE وأن الدور الرئيسي للمكونات الذائبة للأنزيم في بدء آلية إحداث السمية العصبية المتأخرة مازالت غير معروفة. كذلك أوضحت بعض الدراسات تواجد كميات معنوية من أنزيم NTE في بعض الأنسجة غير العصبية للدجاج وخاصة الأمعاء والكلى وكرات الدم البيضاء وقد يكون أيضا مرتبط ببعض العضيات.

(٤ , ١٠) الدور الوظيفي لأنزيم السمية العصبية المتأخرة NTE

يُعد أنزيم NTE ليس له دور أساسي في الحيوانات البالغة و لا حتى ضروريا لسلامة المحاور العصبية وذلك لأن تثبيط هذا الأنزيم بواسطة مركبات الفوسفينيت، السلفونيل و الكاربامات لا يؤدي إلى حدوث سمية عصبية متأخرة ولكن وجود شحنة سالبة على الموقع الفعال لهذا الأنزيم يحث من بدء السمية مما يؤدي إلى بدء بلوغ مجموعة من الأحداث تؤدي إلى السمية العصبية حيث أن تثبيط أكبر من ٧٠٪ من نشاط هذا الأنزيم بعد معاملة الحيوانات بمركبات الفوسفات أو الفوسفونيت أو أميدات الفوسفور مرتبط بحدوث السمية العصبية المتأخرة. وعلى الرغم من عدم معرفة الدور الوظيفي لهذا الأنزيم إلا أن قياس نشاطه يفيد في رصد وتقييم مخاطر السمية العصبية المتأخرة الناشئة عن مركبات الفوسفور العضوية ولذا فمن الضروري قياس نشاط هذا الأنزيم في الحبل العصبي أو خلايا الأعصاب الطرفية لكونهم الأهداف الرئيسية في بدء السمية العصبية المتأخرة ولسهولة تقدير هذا الأنزيم وخاصة في المخ لوجود نشاط عالي من الأنزيم به إلا إنه يوصى بتقديره في الأنسجة المختلفة.

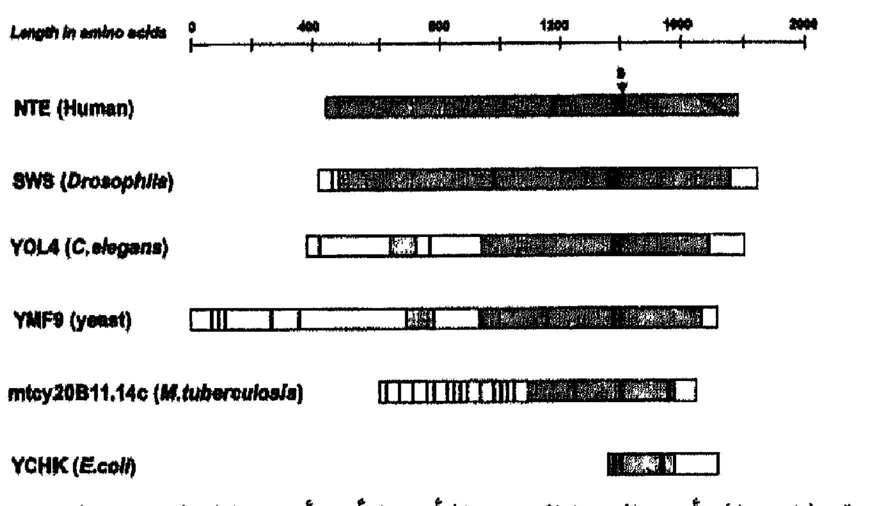
وقد أدى التقدم في البيولوجيا الجزيئية لأنزيم السمية العصبية المتأخرة إلى دراسة حالة الأنزيم الطبيعي و الأنزيم المحور أو المثبط (modified enzyme) في أنسجة الخلايا العصبية. وتقترح بعض الدراسات إن تكون مادة التفاعل الفسيولوجية هي ناتج حامض كربوكسيلي حيث تستخدم الحيوانات الراقية نواتج هدم هذا الحامض الموجود في الخلايا العصبية لتوصيل الإشارات العصبية داخل و بين الخلايا وهذه تشمل الأحماض الحرة، إسترات الجليسرول والأميدات. هذا وقد تم عزل أنزيم الفوسفاتيد فوسفاتيز والذي يدخل في إشارة تكوين الليبد وهو يشابه أنزيم NTE حيث يحتوي على مماثل له في حشرات الدروسوفيلا والذي عند إحداث طفرة به يؤدي إلى تطورات غير طبيعية ومن المتوقع أن تكون له قنوات متشابهة التركيب. ونتيجة هذا التشابه بين أنزيم NTE والبروتين العصبي المعروف باسم Swiss cheese (SWS) والموجود بالدروسوفيلا يمكن القول بإن أنزيم NTE قد يكون له وظيفة أو دور مهم أثناء تطور المخ من خلال مسار نقل الإشارة بين الخلايا. ويتكون أنزيم NTE من شريطين إحداهما نهايته تحتوي على النيتروجين والآخر الشريط الفعال يحتوي على الكربون وهوالذي

يحتوي على نشاط الأنزيم المحلل للإستر وهذا الشريط الفعال يتكون من ثلاث حلقات ويقع الموقع الفعال (حامض السيرين) في منتصف إحدى هذه الحلقات ومن المحتمل أن يكون الجزء المسئول عن التحفيز لأنزيم NTE عبارة عن عديد الببتيد في الغشاء العصبي وإن الشريط العادي عبارة عن سيتوبلازم، كما أن الناقل الثانوي المعروف باسم الأدينوسين الحلقي أحادي الفوسفات (Cyclic AMP) يتكون في السيتوبلازم لغشاء البلازما العصبي وتكون استجابته للإشارة القادمة من الخلايا الدبقية المساعدة (glial cell) والتي قد ترتبط بالشريط العادي والتالي تقلل من الفعل التحفيزي للشريط. هذا وقد أوضحت الدراسات الحديثة إن الأنزيم يشترك في مسار نقل الإشارة حيث يتحكم في التداخلات ما بين الخلايا العصبية والخلايا المساعدة أثناء تطور الجهاز العصبي.

(٥ , ١٠) أنزيم السمية العصبية المتأخرة NTE كأحد الأنزيمات الجديدة

أوضحت الدراسات الأولية لتتابع الأحماض الأمينية لأنزيم NTE أنه لا ينتمي لعائلة أنزيم AChE أو حتى لأي من الأنزيمات المحللة للسيرين ولكن وجد أن هذا الأنزيم عبارة عن أحد البروتينات الجديدة الموجودة في الكائنات الحية من البكتريا وحتى الإنسان. فمعظم أفراد هذه العائلة تحتوي على حلقات فعالة حيث تتواجد منطقة تتكون من ٢٠٠ حامض أميني قريبة من الطرف الكربوني لأنزيم NTE وبنسبة عالية (يوجد تشابه قدره ٢٩٪ بين الأنزيم الموجود في الإنسان والبكتريا) والموقع الفعال للحامض الأميني سيرين (S966) لأنزيم NTE يقع في منطقة الأحماض الأمينية المائتين والسيرين يتواجد في نفس الموقع لكل أفراد هذه العائلة. ويكون كل من الهستاديين و متبقيات الأحماض في هذه المنطقة مع الحامض الأميني سيرين أضلاع مثلث التحفيز ولذا يقترح أن بروتين هذه العائلة قد تشترك في الوظيفة التحفيزية. ويوضح شكل (١) درجة التشابه بين أفراد عائلة بروتين أنزيم NTE و أنزيم AChE. وقد وجد أن البروتين العصبي الموجود بالدروسفيلا قريب التشابه للأنزيم الموجود في الإنسان كما هو الحال لأنزيم AChE الموجود بالدروسفيلا. من ناحية أخرى أوضحت الدراسات أن البروتين الموجود سواء في النيماتودا أو الخميرة لا ترتبط كثيرا مع

أنزيم NTE الموجود في الإنسان عن الأنزيم المحلل للإستر الموجود في هرمون الشباب الموجود في الحشرات والمشابه لأنزيم AChE الموجود في الإنسان. كما أن كلا من الأنزيمين يحتوين على بروتينات متشابه في البكتريا، علاوة على أن أنزيم NTE المرتبط بالبروتين في بكتريا *E. coli* يتم نسخه والذي يقوم بدوره بتشفير بروتين يسمى RssB.



الشكل رقم (١ , ١٠). أنزيم السمية العصبية المتأخرة كأحد أفراد عائلة البروتين الجديد

(٦ , ١٠) دور أنزيم NTE في السمية العصبية المتأخرة

لا تعتمد السمية العصبية المتأخرة على التركيب الجزيئي للمركبات الكيميائية فحسب ولكنها تعتمد على تمثيلها أو هدمها metabolism داخل جسم الكائن الحي ونواتج هذا التمثيل، فهناك كثير من المركبات مثل DFP أو الميبافوكس تحدث السمية العصبية مباشرة الشكل رقم (٢ , ١٠)، بينما هناك مركبات أخرى مثل TOCP والديبتركس، السيانوفينوفوس تحدث هذه السمية بعد حدوث تمثيل لها داخل جسم الكائن الحي الشكل رقم (٣ , ١٠). ويتفاعل أنزيم NTE مع إسترات الكربوكسيل و مركبات الفوسفور العضوية بالآلية العامة لتحلل الإستر حيث تعمل مجموعة الهيدروكسيل للموقع الفعال للأنزيم كجوهر محب للشحن الموجبة على ذرة كربون مجموعة الكربونيل في مادة التفاعل مما يؤدي إلى تكوين مركب وسطي وهو الأنزيم المؤستل(acetylated enzyme) مع تحرر جزء كحولي من مادة التفاعل. الإحلال المحب للشحن الموجبة لمجموعة الأسيل بواسطة مجموعة الهيدروكسيل من الماء

تؤدي إلى تحرر الأنزيم الحر ليكمل دوره مرة أخرى الشكل رقم (٤ , ١٠). ويعتقد أن بدء السمية العصبية المتأخرة تتكون من خطوتين متلازمتين وهما فسفرة الأنزيم (phosphorylated enzyme) ثم حدوث إزمان (aging) مما يؤدي إلى تحول الأنزيم المثبط إلى جزيء محمل بشحنة سالبة وهذه مرتبطة بحدوث السمية العصبية المتأخرة. وتحدث السمية العصبية المتأخرة في المحاور العصبية وليس في جسم الخلية العصبية. فهناك بعض مركبات الفوسفور العضوية والموضحة في الشكل رقم (٥ , ١٠) سواء من المبيدات أو من غير المبيدات تتفاعل مع الموقع الفعال لتكون معقد مع الأنزيم ليتكون مركب وسطي مع تحرر المجموعة المهاجرة (X)، بينما هناك مركبات أخرى مثل مركب Saligenin Cyclic Phosphate (SCP) تتفاعل بدون وجود المجموعة المهاجرة ولكن الرابطة ما بين الفوسفور و الأكسجين تتكسر حتى تسمح بتكوين الأنزيم المفسفر حيث تنتشر مجموعة Saligenin أثناء إزمان الأنزيم. أوضحت الدراسات أن معدل تحلل الأنزيم المفسفر يتناقص بدرجة أكبر إذا ما قورن بالأنزيم المؤستل ولذا يصبح الأنزيم دائم التثبيط على الرغم من أن الجواهر الأكثر حبا للشحن الموجبة من الماء مثل الأوكسيمات تستطيع أن تؤثر بدرجة كبيرة على إزالة الفسفرة. و يعاني الأنزيم المفسفر من تفاعل متوالي لعملية الفسفرة يسمى الإزمان والذي يحدث فيه فقد لمجموعة الألكيل مما يؤدي إلى وجود شحنة سالبة على الموقع الفعال من الأنزيم الشكل رقم (٦ , ١٠) والذي يعتبر مقاوم بشدة لإزالته بواسطة الجواهر المحبة للشحن الموجبة مثل الأوكسيم. هذه المجموعة الألكيلية ترتبط بحامض أميني آخر موجود على سطح أنزيم NTE في موقع يسمى Z. ومن المعروف أن السمية العصبية المتأخرة تحدث في الدجاج إذا ما تم معاملته بجرعة كافية لتثبيط الأنزيم بدرجة أكبر من ٧٠-٨٠٪. وقد اقترح أن الشحنة السالبة المتكونة على أنزيم NTE هي أساسية لبدء حدوث السمية العصبية المتأخرة و إن مركبات الفوسفور العضوية تحدث خللا لوظيفة أنزيم NTE غير المحللة للإستر والتي تحتاجها سواء الخيوط العصبية أو المحاور العصبية أو إن أنزيم NTE ليس له دور أساسي في الحيوانات البالغة ولكن وجود هذه الشحنة على الموقع الفعال تحدث خللا في وظيفة الأنزيم مما يؤدي إلى حث (Initiation) بدء مجموعة من الأحداث المتعلقة بالسمية العصبية المتأخرة.

$(CH_3)_2CHO-P(=O)(-O-)-OCH(CH_3)_2$ $(CH_3)_2CHO-P(=O)(-O-)-O^-$

OH — DFP → → R

NTE

أنزيم مفسفر
phosphorylated enzyme

إزمان الأنزيم
Aging

الشكل رقم (٢ , ١٠). تثبيط وإزمان أنزيم السمية العصبية المتأخرة بواسطة مركب DFP

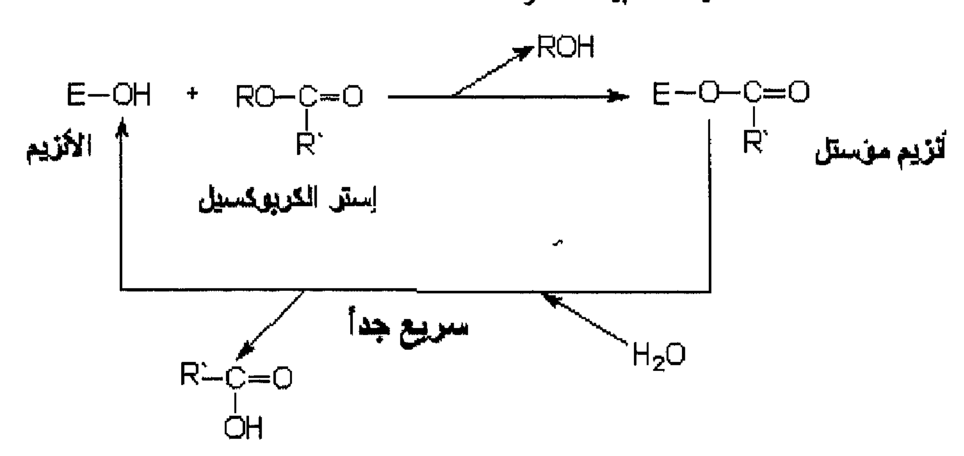
MFO → →

CH_3 CH_2OH H_3C

TOCP

Saligenin cycle O-tolyl phosphate

الشكل رقم (٣ , ١٠). تمثيل مركب ثلاثي كريزيل فوسفات (TOCP) داخل جسم الحيوان الحساس للسمية العصبية المتأخرة.



الشكل رقم (٤ , ١٠). تفاعل الأنزيم المحلل للإستر مع مادة التفاعل إستر الكربوكسيل.

Phenyl Valerate
مادة التفاعل

DFP (0.7)

Mipafox (7)

EPN

Paraoxon (>>100)

Phenyl dipentyl phosphinate (0.2)

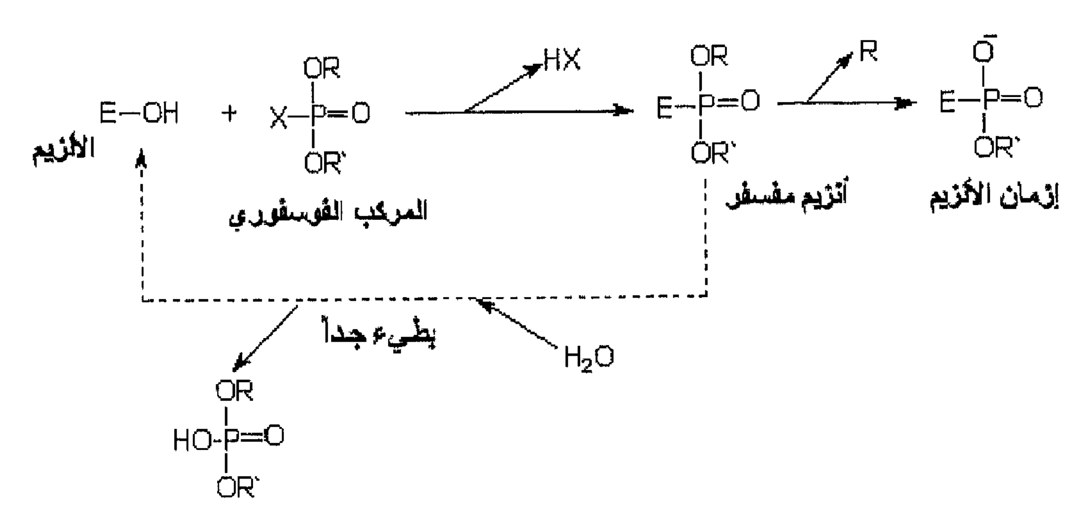
PMSF (55)

TOCP

Phenyl saligneinphosphate (0.005)

Octyl Saligneinphosphate (0.00025)

الشكل رقم (٥, ١٠). بعض المركبات المستخدمة في دراسات أنزيم والسمية العصبية المتأخرة. القيم ما بين الأقواس تعبر عن التركيزات اللازمة لتثبيط ٥٠٪ من نشاط الأنزيم معبرا عنها بوحدات ميكروجزيئي.



الشكل رقم (٦ , ١٠). تفاعل الأنزيم المحلل للإستر مع مركبات الفوسفور الضوية القادرة على تحفيز السمية العصبية المتأخرة.

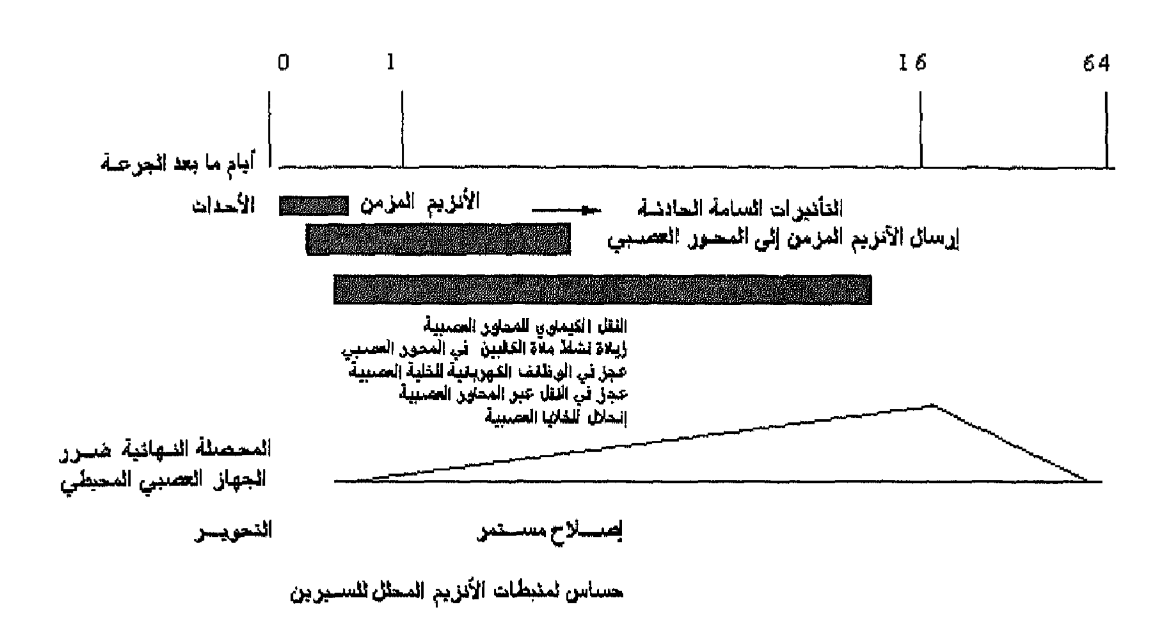
(٧ , ١٠) الآليات الكيموحيوية للسمية العصبية المتأخرة: مجموعة الأحداث المتعلقة بتحوير الأنزيم نتيجة تثبيطه بمركبات الفوسفور العضوية

هناك عدة نظريات مقترحة لتفسير ميكانيكية إحداث السمية العصبية المتأخرة. فمن المعروف إن الآلية المسئولة عن حث السمية العصبية المتأخرة تتكون من خطوتين متتاليتين هما فسفرة (تثبيط) أنزيم NTE ثم إزمان هذا الأنزيم المفسفر والذي تتكون فيه شحنة سالبة تؤدي إلى حدوث خلل في المكان المثبط من الأنزيم والذي يبدأ فيه السمية العصبية المتأخرة. ففي الإنسان وبعض الفقاريات تحدث مجموعة من العمليات في المحور العصبي نتيجة تفاعل المركب الفسفوري مع أنزيم NTE حيث يحدث تغيرات لخواص البروتين الأنزيمي عن وضعه الطبيعي وبعد فترة قصيرة (ساعات قليلة) من حقن الدجاج بمركب قادر على إحداث سمية عصبية ثم حدوث تثبيط و إزمان فإن التغير في وظيفة الأنزيم يؤدي إلى حدوث خلل في نقل المواد الكيماوية عبر المحاور العصبية وبعد فترة يتبع ذلك دخول أيونات الكالسيوم وانحلال المحاور العصبية البعيدة مع نشاط مفرط في الأنزيم المحلل للبروتين.

هذا وقد أوضحت بعض الدراسات إن مركبي TOCP وPSP أحدثا في المخ زيادة في نشاط الأنزيمات المحللة للبروتينات المحفزة بواسطة الكالسيوم وذلك بعد ٤ أيام من المعاملة وخلال يومين في العصب الوركي وهذه تكون مصاحبة لتطور الأعراض الإكلينيكية والباثولوجية لمرض السمية العصبية المتأخرة. ومن المعروف إن الضرر الناشئ للمحاور العصبية يعتمد على التوازن ما بين انحلال المحاور العصبية وعمليات إصلاح هذا الضرر.

ويوضح الشكل رقم (٧ , ١٠) علاقة الزمن بما يحدث أثناء السمية العصبية المتأخرة. فهناك بعض الدراسات تقترح إن الزيادة الحادثة في نشاط أنزيم الكاينيز والذي يعتمد على الكالسيوم/ كالموديولين المنظم لعملية الفسفرة وكذلك زيادة بروتينات الخيوط العصبية والتي يحدث أثناء ذلك زيادة لأيونات الكالسيوم خارج الحور العصبي مما يؤدي إلى حدوث تغيرات في شكل ووظيفة الأنزيم يتبعه إفراط في عملية الفسفرة والتي يعتقد إنها تؤدي إلى حدوث تغيرات في الألياف العصبية مثل انخفاض الانتقال عبر المحاور العصبية. فقد أوضحت بعض الدراسات إن الكلوربيروفوس يحفز من عملية الفسفرة لبروتين التيوبلين وMAP-2 مما يؤدي إلى عدم ثبات أجهزة الأنابيب المحببة وانحلال المحاور العصبية وبالتالي حدوث السمية العصبية المتأخرة. وهناك دلائل على حدوث تغيرات في الخيوط العصبية حيث وجدت تراكمات زائدة من هذه الخيوط العصبية المفسفرة قبل تحطمها، علاوة على إن أحد سمات السمية العصبية المتأخرة هو حدوث انتفاخ للمحاور العصبية في المراحل الأولى مع تحلل للمواد المتراكمة و حدوث انحلال للمحاور العصبية البعيدة مع تطور المرض. هذه الزيادة الطارئة في الخيوط العصبية في الخلايا الحساسة قد تكون مسئولة عن انحلال المحاور العصبية في السمية العصبية المتأخرة أو نتيجة حدوث إعاقة للإشارة المنتظمة نتيجة حدوث انحلال متطور للمحور العصبي. من ناحية أخرى اقترحت بعض الدراسات أن عملية الفسفرة المفرطة للخيوط العصبية خارج المحور العصبي ليست عامل مهم في تحطم الألياف العصبية أثناء السمية العصبية المتأخرة.

وقد تم رصد بعض الخلل في الوظائف الفسيولوجية الكهربائية بعد ٢٤ ساعة من المعاملة بالمركبات القادرة على إحداث السمية العصبية المتأخرة حيث وجد إن هذا الخلل يتزايد و بدرجة كبيرة في الفترة ما بين ١٤-٢١ يوماً بعد الحقن ويكون مصحوب بالأعراض الإكلينيكية المميزة للسمية العصبية المتأخرة. هذه التغيرات قد تكون على مستوي الجزيء أو الخلية أو الوظيفة، حيث وجدت بعض الدراسات حدوث تقهقر للنقل عبر المحور العصبي مبكرا مع تناقص معدل نقل التيتانوس في الحبل الشوكي من مكان الحقن في عضلات البطن بمعدل ٣٠٪ بعد ٣ أيام وزاد هذا التناقص ليصبح ٧٠٪ بعد ٧ أيام، بينما الأعراض الإكلينيكية لم تظهر حتى عشرة أيام ولذا اقترحت بعض الدراسات إن حدوث تغيرات في نظم نقل المحاور العصبية قد يكون سمة من سمات آلية حدوث السمية العصبية المتأخرة. كما وإن دراسات أخرى اقترحت حدوث تغيرات في النقل الأمامي للخيوط العصبية حيث زاد معل النقل بعد ثلاثة أيام ثم تقهقر بعد اليوم السابع من المعاملة. وهناك أيضا دراسات ربطت العلاقة ما بين تثبيط الأنزيم المحلل للروابط الغنية في الطاقة المعروف باسم Na^+/K^+-ATPase الموجود في منطقة الشبك العصبية بفعل مركبات الفوسفور العضوية والتغيرات في جهد الغشاء للعضلات والذي يعتمد على تركيز أيونات الصوديوم حيث وجد إن أي تغيرات في جهد الغشاء يكون مرتبط بحدوث خلل لنشاط أيونات الصوديوم في الأنسجة العصبية. على النقيض من ذلك أوضحت دراسات أخرى إن تثبيط أنزيم ATP-ase والمحفز بواسطة أيونات الكالسيوم بأي من الكلوربيروفوس أوكسون، TOCP و PSP غير مرتبط بالسمية العصبية المتأخرة ولا حتى تثبيط أنزيم Ca^{2+}/Mg^{2+}-ATP-ase مسئولا عن السمية العصبية المتأخرة.



الشكل رقم (٧ , ١٠). توابع حقن الدجاج بمركب ذات قدرة على حث السمية العصبية المتأخرة

(٨ , ١٠) العلاقة بين التركيب الكيماوي والقدرة على حث السمية العصبية المتأخرة

يعتمد معدل إزمان الأنزيم المفسفر على طبيعة مجموعة الألكيل حيث يكون هذا المعدل بطيء إذا كانت المجموعة ميثايل. فقد وجد إن المركبات التي تحتوي على مجموعة الألكيل قصيرة (ميثايل أو إيثايل) أكثر تثبيطيا لأنزيم AChE مقارنة بأنزيم NTE. كما أن كل من الميثايل وثاني ألكيل يحدث لهما إزمان بدرجة كبيرة في حالة تثبيط أنزيم AChE ولذلك فإن الاختلاف في معدل الإنتقال لمجموعة الميثايل والإيثايل تؤدي إلى إختلاف السمية العصبية المتأخرة الشكل رقم (٨ , ١٠). كذلك أوضحت بعض الدراسات إن هناك علاقة قوية بين قيم التركيز اللازم لتثبيط ٥٠٪ من نشاط الأنزيم (I_{50}) بواسطة مركبات الفينايل فوسفونيت وتثبيط أنزيم NTE الطبيعي والمجفد حيث وجد أن القدرة على تثبيط الأنزيم والاختيارية للأنزيم وميل المركبات لإحداث سمية عصبية متأخرة تزداد بزيادة القابلية للذوبان في الدهون. فعلى سبيل المثال مماثلات مركب الميثاميدوفوس المحتوية على مجاميع ألكيل كبيرة قادرة على إحداث سمية عصبية متأخرة بسهولة بينما الميثاميدوفوس نفسه يسبب تثبيط لأنزيم السمية العصبية

المتأخرة في المخ متبوعا بالسمية العصبية المتأخرة في الدجاج المعامل بمركب الأتروبين عند جرعات تعادل ٨ أضعاف قيمة LD_{50}. كذلك أوضحت بعض الدراسات أن قدرة مركبات الكارباميل سلفونيت لتثبيط أنزيم NTE تزداد بزيادة طول السلسلة وذلك لمجاميع الألكيل المستقيمة. كما أن مركب ثاني بيوتيل ثاني كلوروفينيل له القدرة على حث السمية العصبية المتأخرة بينما مركب ثاني أيزوبروبيل ثاني كلوروفينيل غير قادر تماما على إحداث أعراض السمية العصبية المتأخرة أو حتى تثبيط أنزيم NTE.

وقد أوضحت بعض الدراسات أن أنزيم NTE له ميل للارتباط بالإسترات أو نواتج الهدم لحامض الكربوكسيل الذي يحتوي على ٩-١٠ ذرات كربون. وتتراوح فترات نصف العمر لإزمان أنزيم NTE المثبط بواسطة مركبات الفوسفات العضوية ما بين ١-١٠ دقائق، بينما لمركبات الفوسفونيت العضوية من ٣-٦٠٠ دقيقة ويحدث الإزمان بدرجة أسرع إذا ما ارتبط بذرة الفوسفور مجموعة أوكسي أريل أو ألكوكسي مستقيمة وبدرجة أقل إذا ما ارتبط بذرة الفوسفور مجموعة ألكوكسي متفرعة بدرجة كبيرة. كما تختلف عملية الإزمان لأنزيم NTE المثبط بواسطة مركب DFP عن الإزمان الحادث لأنزيم AChE بنفس المركب حيث أنها تكون في حالة أنزيم NTE سريعة مع حدوث انتقال لمجموعة أيزوبروبيل لترتبط بحامض أميني آخر موجود على سطح الأنزيم يسمى الموقع Z. ومن المعروف إنه يصاحب عملية الإزمان تغيرات في تركيب بروتين الأنزيم مما يؤدي إلى حدوث تغير في خواص البروتين الأنزيمي وبالتالي تغير نشاط الأنزيم. هذا وقد أوضحت الدراسات إن هناك طفرة تسمى S996A تقع في منتصف شريط الأنزيم وإن وجود الشحنة السالبة عند هذه الطفرة يكون لها تأثير على تركيب البروتين، أما وجود شحنة كهربائية متعادلة على جزيء الأنزيم نتيجة اتحاد الأنزيم مع الفوسفينيت أو هاليد السلفونيل يحدث ضررا قليل جدا. وهناك بعض المثبطات والتي لا تعاني إزمان بعد ارتباطها بالأنزيم قد تسبب سمية عصبية متأخرة على الرغم من إن بعضها يجب أن يعطى للدجاج بجرعات عالية و مثال ذلك مركب TPP الذي يسبب السمية العصبية بدون الاعتماد على تثبيط أنزيم NTE. وبناء على القدرة

التثبيطية فقد تم تقسيم مثبطات أنزيم NTE إلى مثبطات قوية (مثل DFP) ومثبطات جزئية (مثل المركبات الواقية أو المسببة للسمية العصبية المتأخرة بناءا على الجرعة مثل الميثأميدوفوس) ومركبات غير مثبطة (مثل المركبات الواقية والمسببة للسمية العصبية المتأخرة عند الجرعات العالية مثل PMSF). هذا وتنتمي مركبات الفوسفات Phosphate، الفوسفوروأميدات Phosphoroamidates والفوسفونات Phosphonates والتي تثبط أنزيم NTE مركبات قادرة على حث السمية العصبية المتأخرة إلى مركبات المجموعة أ (Group A)، بينما الكاربامات Carbamates، فلوريدات السلفونيل Sulfonylfluorides والفوسفينيت Phosphinates فهي تنتمي لمركبات المجموعة ب (Group B) وهي تثبط أيضا أنزيم NTE لكن الأنزيم لا يحدث له إزمان (الشكلان رقما ٩ , ١٠ و ١٠ , ١٠) وبالتالي لا تستطيع حث السمية العصبية المتأخرة ولذا تستخدم كمواد واقية Protective أو Prophylactic ضد السمية العصبية المتأخرة.

من ناحية أخرى تتحد مركبات الفوسفينيت العضوية مثل فينايل ثاني بنتايل فوسفينيت والتي فيها مجموعة الألكيل مرتبطة مباشرة بذرة الفوسفور تتحد أيضا مع الموقع الفعال للأنزيم ولكنها لا تعاني تفاعل الإزمان فلا تؤدي إلى السمية العصبية المتأخرة حتى ولو تم تثبيط نشاط أنزيم NTE بنسبة أكبر من ٨٠٪ وبالتالي يمكن للأنزيم المثبط بمثل هذه المركبات استعادة نشاطه مرة أخرى بواسطة مركبات الأوكسيمات. الجدير بالذكر أن ارتباط مركبات الفوسفينيت وهاليدات الألكيل بأنزيم NTE غير كافي تماما لحث انحلال المحاور العصبية ولذا فهذه المثبطات تعطي وقاية للحيوانات الحساسة وبالتالي تصبح مقاومة لجرعات من مركبات الفوسفور العضوية و المسببة للسمية العصبية المتأخرة. ومن ذلك يتضح إن النشاط التحفيزي لأنزيم NTE غير مهم لسلامة المحاور العصبية وهذه المشاهدات أدت عديد من الباحثين إلى الاقتراح بإن مثبطات أنزيم NTE والتي تعاني من الإزمان هي المركبات القادرة على حث السمية العصبية المتأخرة وإن وجود الشحنة السالبة على سطح الأنزيم ضروري لحث هذه السمية.

$NC-C_6H_4-O-P(=O)(C_6H_5)-OCH_3$

الميثايل -سيانوفينوفوس

$NC-C_6H_4-O-P(=O)(C_6H_5)-OC_2H_5$

السيانوفينوفوس

أكسدة

$NC-C_6H_4-O-P(=O)(C_6H_5)-OCH_3$

الميثايل -سيانوفينوفوس أوكسون

$NC-C_6H_4-O-P(=O)(C_6H_5)-OC_2H_5$

السيانوفينوفوس أوكسون

أنزيم NTE

فسفرة الأنزيم

إزمان

$NTEO-P(=O)(C_6H_5)-OCH_3$ أو C_2H_5

أنزيم مفسفر

$NTEO-P(=O)(C_6H_5)-\bar{O}$

أنزيم مزمن

الشكل رقم (٨ , ١٠). تثبيط وإزمان أنزيم NTE داخل الكائن الحي بواسطة السيانوفينوفوس والميثايل-سيانوفينوفوس

الشكل رقم (٩ ,١٠). المجاميع الكيميائية المسببة وغير المسببة للسمية العصبية المتأخرة.

الشكل رقم (١٠ ,١٠). مقارنة التثبيط الناشيء عن مركبات الفوسفات والفوسفينيت

هذا وقد اهتمت دراسات عديدة بدراسة العلاقة بين التركيب الكيماوي وقدرة مركبات ثلاثي أريل الفوسفات على إحداث السمية العصبية المتأخرة بالدجاج كحيوان قياسي. وقد وجد إنه لا بد من توافر بعض الاعتبارات لهذه المركبات لتتحد مع أنزيم NTE بطريقة تحث من السمية العصبية المتأخرة الجدول رقم (٢ , ١٠). فقد وجد إن الاستبدالات المتماثلة للميثايل أو الإيثايل لمجموعة ثلاثي أريل فوسفات غير قادرة على تثبيط أنزيم NTE خارج جسم الكائن الحي على الرغم من كون هذه المشابهات قادرة على إحداث سمية عصبية متأخرة. فعند معاملة الدجاج بمركبات ثلاثي أريل فوسفات لا تحتاج إلى أتروبين لأن هذه المجموعة من المركبات غير قادرة على حث الأعراض الكولينية، كما وأن المعاملة بجرعات فمية زائدة من هذه المركبات قد يؤدي لإحداث سمية قد تتداخل مع عملية تقييم الأعراض الإكلينيكية للسمية العصبية المتأخرة. وهذه المركبات تحتاج داخل جسم الكائن الحي إلى أن تتحول إلى نواتج تمثيل Metabolites فعالة لحث السمية العصبية المتأخرة وهذا التحول يحدث عندما يكون الاستبدال على حلقة الفينايل في الموضع أورثو (o). مثل هذه الاستبدالات على حلقة الفينايل يضاف إليها مجموعة هيدروكسيل إذا ما وجد ذرة هيدروجين على ذرة الكربون الأولى في السلسلة الجانبية المستبدلة. فإذا كان الاستبدال في الموضع أورثو على الحلقة فإن حلقة الآريل تنفتح ويتكون إستر الفوسفات الحلقي وهذا التركيب الحلقي أساس تركيب Saligenin. فعلى سبيل المثال يتم تمثيل مركب TOCP داخل الحيوانات الحساسة إلى مركب Phenyl Saligenin Phosphate (PSP) وهذا المركب قادر على إحداث السمية العصبية المتأخرة بتركيزات منخفضة الشكل رقم (٣ , ١٠). ومن العوامل التي تلعب دورا مهما في السمية العصبية المتأخرة لهذه المركبات هو حجم المجموعة المستبدلة حيث إن زيادة حجمها يؤدي إلى التداخل مع الخطوات التنشيطية لعملية التمثيل والتي تؤدي إلى تكوين نواتج تمثيل قادرة على إحداث سمية عصبية متأخرة حيث يؤدي الزيادة في حجم المجموعة المستبدلة من ذرة كربون واحدة إلى أربعة ذرات كربون إلى حدوث إعاقة حجمية Stereo Hinders تمنع إضافة مجموعة الهيدروكسيل وتكوين المركب الحلقي ومن ثم عدم حدوث التثبيط.

الجدول رقم (٢ , ١٠). الخصائص التركيبية لمركبات ثلاثي أريل فوسفات القادرة على حث السمية العصبية المتأخرة

١	الاستبدالات المحتوية على حلقة أو أكثر مستبدلة في الموضع أورثو (o) لها القدرة على إحداث سمية عصبية متأخرة بحيث إن مجموعة الألكيل المستبدلة في الوضع أورثو لا بد أن تمتلك ذرة هيدروجين واحدة على الأقل على ذرة الكربون الأولى.
٢	أي استبدالات بخلاف الوضع أورثو على حلقة الفينايل يقلل السمية العصبية المتأخرة لإنه يعمل على تكوين مسار تمثيل مختلف، ولذلك فإن وجود مجاميع الميثايل في الوضع ميتا (m) أو الوضع بارا (p) بالاضافة إلى الوضع أورثو يقلل السمية العصبية وذلك لتكوين نواتج تمثيل غير فعالة. مثل هذه الاستبدالات على الحلقتين الأخرتين لإستر الفوسفات المستبدل في الوضع أورثو تقلل السمية قليلا٠
٣	السمية العصبية تزداد في المشابه الذي يحتوي على استبدال واحد في الوضع أورثو مقارنة بالمشابه ثلاثي الاستبدال في الوضع أورثو.
٤	تتناقص السمية العصبية إذا ما زاد حجم المجموعة المستبدلة في الموضع أورثو أو أصبحت أكثر تفرعا. فعلى سبيل المثال مجموعة رباعي البيوتيل غير قادرة على التحول لناتج تمثيل فعال.
٥	جميع الاستبدالات التي لا تحتوي على استبدالات في الوضع أورثو غير قادرة على إحداث سمية عصبية متأخرة.
٦	أي استبدال في الموضع بارا يحتاج ذرتين هيدروجين على ذرة الكربون الأولى حتى يكون قادر على إحداث سمية عصبية متأخرة، أما الاستبدالات في الموضع ميتا عادة لا يحدث سمية عصبية متأخرة. كذلك مخلوط الإسترات مع بعض الاستبدالات في المواضع ميتا و بارا أقل فاعلية عن الإستر الثلاثي في المواضع بارا.

هذا وقد أوضحت وكالة حماية البيئة الأمريكية إن أي مركب من مجموعة ثلاثي أريل فوسفات لكي يحث سمية عصبية متأخرة لا بد من توافر ثلاثة شروط هي :

١- دليل على حدوث أعراض إكلينيكية.

٢- حدوث قروح في الجهاز العصبي.

٣- مستوي تثبيط مناسب لأنزيم NTE.

ولكن وجد إن تثبيط هذا الأنزيم ليس ضروري لحث السمية العصبية في الدجاج و إن تثبيط الأنزيم على الأقل بنسبة ٥٥-٧٠٪ بعد التعرض الحاد أو ٤٥٪ على الأقل بعد التعرض المتكرر يكون مرتبطا بالأعراض الإكلينيكية والباثولوجية المصاحبة للسمية العصبية المتأخرة. فقد تم مقارنة تأثير مركب TOCP على المخ والحبل الشوكي للدجاج وعلاقته بالأعراض الإكلينيكية والباثولوجية بعد جرعات فردية قدرها ٥٠، ٩٠ و ٥٠٠ مجم/ كجم وقد وجد إن القروح كانت أكثر وضوحا في الدجاج الذي تم تثبيط الأنزيم بدرجة أكثر من ٨٠٪ وأن هذه النسبة ضرورية لظهور الأعراض الإكلينيكية. كما وجد إن هناك علاقة واضحة بين الجرعة والتثبيط والأعراض الإكلينيكية وشدة القروح بالجهاز العصبي. من ناحية أخرى أوضحت بعض الدراسات إنه لا بد من تراكم لجرعات المركب عند دراسة تأثيراته تحت المزمنة ولذلك فإن جرعة واحدة قدرها ٩٠ مجم/ كجم من مركب TOCP قادرة على إحداث سمية عصبية متأخرة ولكن جرعة تراكمية قدرها ٩١ مجم/ كجم بعد ٩١ يوماً من معاملة يومية قدرها ١ مجم/ كجم غير قادرة على أحداث سمية عصبية.

ومن العوامل المؤثرة أيضا على سمية مركبات الفوسفور العضوية هو الشكل الفراغي للمركب ووجود الشوائب. وعلى الرغم من إن هناك دراسات عديدة اهتمت بتثبيط أنزيم AChE بواسطة المشابهات الضوئية لعديد من المركبات إلا إن دراسات قليلة قد سلطت الضوء على تثبيط أنزيم NTE بهذه المشابهات. فبعض هذه الدراسات أوضحت إن هناك اختلافا في استجابة أنزيم NTE لمشابهات مركب EPN حيث وجد إن المشابه L-(-) قادر على حث السمية العصبية بينما المشابه D-(+) غير قادر على ذلك ولكن إذا ما تم معاملة الحيوان به فإنه يعطي وقاية ضد المشابه L-(-). كذلك وجد أن المشابه L-(-) لمركب الميثأميدوفوس يثبط الأنزيم المقاوم للميبافوكس والحساس لمركبPMSF والمعروف باسم MRPS عند نفس التركيزات المثبطة لأنزيم NTE، بينما المشبه D-(+) غير مثبط لهذا الأنزيم ولذا فقد تم تصنيف المشابه L-(-) على إنه مثبط لأنزيم NTE، بينما D-(+) يعتبر مثبط جزئي وذلك لإن هذا المشابه يسبب

استجابة ضعيفة لإنه يحدث تثبيط قدره ٨٠٪ من نشاط الأنزيم مقارنة بالمثبط الذي يحدث تثبيطا قدره ١٠٠٪. ويسبب المشابه L-(-) لمركب الميثأميدوفوس سمية عصبية خفيفة والتي تعتبر تحفيز ذاتي وذلك لإن السمية العصبية تعزز بدرجة خفيفة بمركب PMSF (فعندما يقوم المشابه L-(-) بحث السمية العصبية فإنه سيقوم بشغل موقع تعزيز السمية مما يصبح غير متاح لمركب PMSF). هذا وقد أوضحت بعض الدراسات إن المشابه D-(+) لمركب الميثأميدوفوس بجرعة قدرها ٢٥ مجم/ كجم تحدث تثبيطا قدره ٨٠-٩٠٪ بعد ٢٤ ساعة من المعاملة لكل من أنزيمي NTE و AChE، بينما المشابه L-(-) أحدث ٨٠-٩٠٪ بعد ٢٤ ساعة لأنزيم AChE بجرعة قدرها ١٥ مجم/ كجم وبنفس النسبة من التثبيط لأنزيم NTE بعد ٤ أيام وبجرعة قدرها ١٢٠ مجم/ كجم لكن المشابه D-(+) أظهر نسبة أقل من إزمان أنزيم NTE ودرجة أعلى من استعادة الأنزيم مقارنة بالمشابه L(-). أيضا أوضحت بعض الدراسات إن المشابه L-(-) لمركب أورثو هكسيل أورثو-٢ ,٥- ثاني كلوروفينايل فوسفورأميدات (HDCP) له القدرة على تثبيط أنزيم NTE حيث بلغت قيمة I_{50} بما يعادل ٦ ,٧ نانوجزيئي وفترة تحضين ٣٠ دقيقة وهو مشابه لحد ما مع المخلوط الراسيمي (٢ ,٦نانوجزيئي) وأقل من المشابه D-(+). كذلك أوضحت دراسات أخرى إن أنزيم NTE ضعيف الاختيارية للمشابهات الفراغية لمجموعة مركبات الكاربامبل سلفونيت.

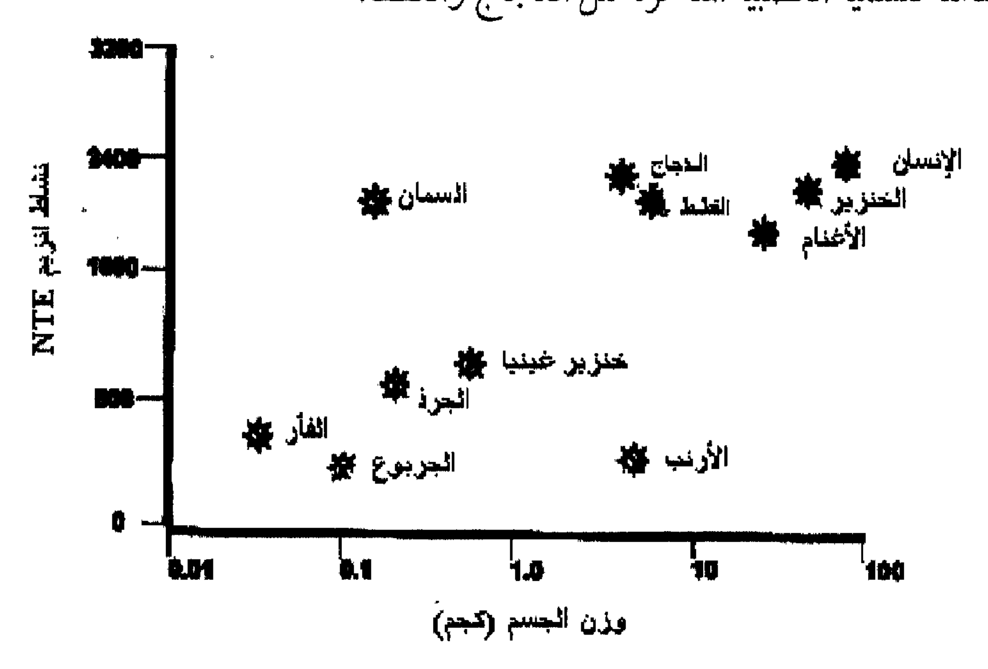
كذلك تؤثر وجود الشوائب على سمية مركبات الفوسفور العضوية فمثلا في حالة الملاثيون فإن وجود الأيزوملاثيون وشوائب أخرى مثل ثلاثي ميثايل فوسفوروثيويت يؤدي إلى زيادة السمية. أيضا وجد إن قدرة مركب الميثأميدوفوس على إحداث السمية العصبية المتأخرة في سيريلانكا مرتبط بوجود كميات قليلة من الشوائب والتي تشمل O,O-dimethylphosphoroamidothioate والمشتقات تحتوي على مجموعة ميثايل N-methyl analogue، علاوة على ذلك فإن الميثأميدوفوس الأقل في النقاوة قادر على إحداث مستويات عالية من الأنزيم المزمن مقارنة بالميثأميدوفوس الأكثر نقاوة وهذا يوضح إن السمية العصبية المتأخرة قد تعزو إلى وجود الشوائب.

(٩ , ١٠) علاقة النوع باختلاف الحساسية للسمية العصبية المتأخرة

من المعروف إن هناك علاقة بين النوع والجنس واختلاف الحساسية للسمية العصبية المتأخرة، فعلى سبيل المثال هناك أنواع حساسة للسمية العصبية مثل الإنسان، القطط، البط البري، الماشية (الخراف، الأبقار و الجاموس)، عديد من الأوليات (مثل البابون والسنجاب والقرد)، الطيور والديك البري، بينما هناك الحيوانات المعملية الصغيرة مثل الفأر، الجرذ، والسمان تعتبر نسبيا عديمة الحساسية للسمية العصبية المتأخرة. ويعتبر الفأر غير حساس للسمية العصبية المتأخرة بسبب نقص ظهور الأعراض الإكلينيكية عند معاملته بمركب قادر على إحداث السمية العصبية بالاضافة إلى إن عملية إصلاح الضرر بالخلايا العصبية تكون سريعة في القوارض عن الدجاج. كما إن الدراسات أوضحت إنه في داخل النوع الواحد فإن هناك اختلافات في الحساسية لهذه السمية ومن أوضح الأمثلة على ذلك هو حساسية نوع من الفئران المعروف باسم لونج – إيفانتس Long-Events ، كما وأن أظهرت بعض الدراسات إن الحساسية للسمية العصبية المتأخرة ترتبط عكسيا مع معدل التمثيل والإخراج في عديد من الأنواع.

والجدير بالإشارة إن الوضع في الاعتبار اختلاف الحساسية للسمية العصبية بين الأنواع المختلفة قد يعطي براهين على بدء حدوث السمية العصبية المتأخرة وبالتالي زيادة أو فقد وظيفة أنزيم NTE. فعلى سبيل المثال يعتبر كل من خلايا النيوروبلاستوما ومجانس مخ الدجاج والذي يعتبر الحيوان القياسي في تجارب السمية العصبية المتأخرة متشابهين نسبيا من حيث تثبيط الأنزيم المحلل للإستر، بينما مجانس مخ الدجاج كان أكثر حساسية لتثبيط أنزيم NTE بواسطة مركب PSP عن مجانس الأنواع غير الحساسة (الفأر والجرذ). فعادة ما تمتلك الأنواع الحساسة محاور عصبية كبيرة وطويلة وأكثر قابلية للانحلال مقارنة بالأنواع غير الحساسة عند حدوث السمية العصبية المتأخرة. بالاضافة إلى ذلك فهناك مجموعة من الأحداث المتعلقة بأنزيم NTE وخاصة عملية الإصلاح والتي تختلف بين الأنواع وبعضها وبين الحيوانات الصغيرة والكبيرة في داخل نفس النوع ومساهمتها في ظهور الأعراض الإكلينيكية للسمية العصبية المتأخرة. ومن الملفت للنظر أن الحيوانات التي تحتوي على

مستويات منخفضة من أنزيم NTE هي نسبيا مقاومة للسمية العصبية المختلفة الشكل رقم (١١ , ١٠)، كما وأن أنزيم NTE في الجرذ يستعيد نشاطه بدرجة أسرع (فترة نصف العمر من ٤-٥ أيام) وهذا متوافق مع النظرية التي تفترض وجود مستوي معين من الأنزيم المثبط بفعل مركبات الفوسفور العضوية ولفترة معينة لحث السمية العصبية المتأخرة. فحتى على مستوي الخلية فإن الخلايا العصبية الحساسة للسمية العصبية المتأخرة هي التي تحتوي على مستوي عالي من أنزيم NTE وتحتاج إلى طاقة عالية لتحافظ على المحاور العصبية بكميات أضعاف ما تحتاجه أجسام الخلايا العصبية. فمن المعروف إنه في حالة حيوانات التجارب فإن السمية العصبية مرتبطة بحدوث تثبيط أكبر من ٧٠٪ من نشاط أنزيم NTE بعد جرعة واحدة أو تكرار التعرض، بينما الحد الذي يحدث عنده السمية العصبية المتأخرة في الإنسان غير معروف على الرغم من وجود بعض الدلائل بإنه مشابه لما يحدث في الدجاج. هذا وقد أوضحت بعض الدراسات الحديثة أن أنزيم NTE يتواجد في صورة محببة ومرتبط بالأغشية في الميكروسومات بالمخ ولكنه موجود في صورة ذائبة في خلايا الأعصاب الطرفية (العصب الوركي) ولذا فإن النسبة ما بين الصورة الذائبة والصورة المحببة تكون مرتفعة في الحيوانات الحساسة للسمية العصبية المتأخرة مثل الدجاج والقطط.



الشكل رقم (١١ , ١٠). اختلاف الأنواع في وزن الجسم، نشاط أنزيم NTE والحساسية للسمية العصبية المتأخرة

وقد أوضحت بعض الدراسات أنه عند معاملة الدجاج و الجرذان بمركبات PSP، الميبافوكس وDFP فإن السمية العصبية المتأخرة تظهر بعد ٣ أسابيع مع وجود قروح في الحبل العصبي وأعراض إكلينيكية في الدجاج فقط. وعلى الرغم من أن فئران التجارب تعتبر حيوانات غير حساسة لظهور الأعراض الإكلينيكية المصاحبة للسمية العصبية المتأخرة و المرتبطة بتثبيط أنزيم NTE، إلا أن مركبي ethyl octylphosphonofluoride و 2-octyl-4H-1,3,2-benzodioxaphosphrin 2-oxide لهما القدرة على تثبيط أنزيم NTE في مخ الفأر خارجيا مع تعزيز مظاهر السمية في الفئران عند عمر شهر أو ٦ شهور. هذا النوع من السمية مشابه للسمية العصبية المتأخرة من حيث علاقتها بتثبيط أنزيم NTE ولكنها تختلف عن السمية العصبية المتأخرة في تأخر الوقت اللازم لحدوث السمية وكذلك حساسية الحيوانات الصغيرة والكبيرة وحدوث معدل عالي من الوفيات.

هذا وقد تم تسجيل حالات للسمية العصبية المتأخرة في الإنسان نتيجة التعرض لمركبات الديبتركس والباراثيون/ باراأوكسون، بينما هذه السمية نادرة الحدوث في الحيوانات المعملية بهذه المركبات مع بعض الاستثناءات حيث أن المعاملة بجرعات عالية من الديبتركس تؤدي إلى حدوث السمية العصبية المتأخرة في الدجاج على الرغم من إن هناك دراسات أخرى أوضحت أن الديبتركس غير قادر على حث السمية العصبية المتأخرة حتى ولو أعطي جرعات كبيرة أو حتى عند تعزيز سمية الديبتركس بمركب PMSF. ويرجح حدوث هذه السمية بمركب الديبتركس في الإنسان وعدم حدوثها في حيوانات التجارب إلى اختلاف حساسية أنزيم NTE في الأنواع المختلفة وهذه الاختلافات في الحساسية قد ترجع إلى وجود مجموعة من العوامل الوراثية. كذلك أوضحت بعض الدراسات أن مركب الميثأميدوفوس يسبب سمية كولينية في عديد من الأنواع مثل الإنسان بالاضافة إلى قدرته على حث السمية العصبية المتأخرة في الإنسان وليست في الدجاج. وقد أوضحت الدراسات أن ثابت ارتباط أنزيم NTE في الإنسان والدجاج لمشابه D-(+) لمركب الميثأميدوفوس كان ٨٨ و ٥٩ جزيئي$^{-1}$ دقيقة$^{-1}$، بينما كان للمشابه L-(-) يساوي ٣٣ و ٣ جزيئي$^{-1}$ دقيقة$^{-1}$، على التوالي و يستعيد أنزيم AChE والمثبط خارجيا في الإنسان بواسطة

المشابه L-(-) نشاطه بسرعة وهذا التأثير قد يكون مسئول عن حساسية الإنسان العالية للسمية العصبية المتأخرة بواسطة المخلوط الراسيمي والتي تحدث عادة عند جرعات تسبب سمية كولينية. من ناحية أخرى أوضحت دراسات أخرى أن ليس هناك علاقة بين حدوث السمية العصبية المتأخرة في الإنسان بواسطة الميثأميدوفوس والجنس أو العمر أو العلاج بمركب dexametholone خلال فترة التسمم الحاد.

ولم يتم لحسن الحظ رصد أي تعزيز للسمية العصبية المتأخرة في الإنسان أو حتى تم مشاهدتها خارج نطاق التجارب المعملية ولكن تعزيز السمية في حيوانات التجارب مهمة في رصد أي خلل في الخلايا العصبية وذلك لأن حساسية أنزيم NTE والأنزيم المشابه له والمعروف باسم M200 في الإنسان لنواتج التمثيل الفعالة لمركب المولينيت مشابه لما هو موجود في الدجاج والجرذان ولذا فإنه من المقلق أن عملية الوقاية أو تعزيز السمية العصبية المتأخرة قد تحدث في الإنسان بفعل مركب المولينيت.

(١٠ , ١٠) علاقة العمر باختلاف الحساسية للسمية العصبية المتأخرة

على الرغم من أن الحيوانات الصغيرة مقاومة للسمية العصبية المتأخرة والتي تعتمد على العمر إلا أن بعض التغيرات البيوكيميائية لأنزيم NTE والناشئة بفعل المركبات المسببة للسمية العصبية متشابهة لما يحدث في الدجاج الحساس. فعند معاملة الكتاكيت بمركب DFP بمفرده فان شدة الخلل في الحركة تزداد بزيادة عمر الدجاج، كما وأن حساسية الأنزيمات المحللة للإستر تجاه مركب البارأوكسون تختلف في خلايا الأعصاب الطرفية بالكتاكيت عن الدجاج، بينما لا توجد اختلافات في المخ والحبل العصبي. كذلك يتناقص نشاط أنزيم NTE في المخ والحبل الشوكي والعصب الوركي بزيادة تقدم العمر ولكن حساسيته لعديد من المثبطات لا تتغير. فعلى سبيل المثال فإن تثبيط أكبر من ٧٠٪ من نشاط الأنزيم الموجود في خلايا الأعصاب الطرفية للدجاج البالغ بواسطة مركبات الفوسفور العضوية يكون متبوع بحدوث إعاقة في عملية التوصيل بالمحاور العصبية مع انحلال للمحاور العصبية وحدوث شلل، بينما وجد تثبيط مماثل لأنزيم NTE في الكتاكيت عمر ٤٠ يوماً وغير

مصاحب بحدوث تغيرات في النقل خلال المحاور العصبية ولا حتى حدوث سمية عصبية متأخرة. فالأعراض الإكلينيكية في الكتاكيت تختلف عما هو مشاهد في الدجاج حيث يحدث استعادة من هذه الأعراض في الكتاكيت. أيضا أوضحت الدراسات حدوث استعادة لنشاط أنزيم NTE الموجود في خلايا الأعصاب الطرفية للكتاكيت المعاملة بمركب DFP أو TPP بمعدل أسرع من مثيله الموجود في مخ الكتاكيت وعن مخ وخلايا الأعصاب الطرفية للدجاج. كما أن الدجاج الصغير (عمر ٦٥ يوماً) أظهر قليل من القروح الباثولوجية بالخلايا وأعراض عصبية طفيفة بينما الدجاج (عمر ٢٤ شهراً) به قروح باثولوجية واضحة علاوة على وجود أعراض عصبية إكلينيكية وذلك بعد حقنه بجرعة في الوريد من مركب TPP. كل هذه الدلائل توضح علاقة العمر بالحساسية لمركب TPP ليس فقط من ناحية الأعراض الإكلينيكية ولكن أيضا النواحي الباثولوجية، كما وأن الاختلافات في كل من تمثيل مركب TPP واستعادة نشاط الأنزيم مرتبطة بالعمر. من ناحية أخرى أوضحت الدراسات أن مقاومة الكتاكيت لجرعة واحدة من المركب القادر على إحداث سمية عصبية متأخرة ليست مطلقة وذلك لظهور رعشة في كتاكيت عمر٤٠ يوماً بفعل كل من مركب ٢ ,٢- ثاني كلورو فينيل ثاني بيوتيل فوسفات ومركب DFP وكذلك حدوث وخزات في الخلايا البطنية للحبل الشوكي والعقد العصبية الظهرية سواء للكتاكيت عمر ٢ أو ١٠ أسابيع والتي تم حقنها يوميا لمدة ٤ أيام بجرعة قدرها ١ ملليجرام/ كجم من مركب DFP. وقد أوضحت الدراسات أن مقاومة الكتاكيت للسمية العصبية المتأخرة ترجع إلى أن فسفرة الأنزيم يكون بمعدل أقل أو أن كفاءة ميكانيكية الإصلاح عالية أو ترجع لكلا السببين. في الواقع فإن آليات الاستعواض/ الإصلاح أكثر فاعليه في الكتاكيت عن الدجاج البالغ وقد يكون ذلك أحد أسباب أن الدجاج الصغير الذي عمره أقل من ٣ شهور مقاوم لحد ما لظهور الأعراض الإكلينيكية المميزة للسمية العصبية المتأخرة. ذلك وجد أن الحقن بجرعات صغيرة متتالية من المادة المعززة للسمية يسبب سمية عصبية وذلك بسبب حدوث تراكم متطور غير قابل للإصلاح حيث وجد أن مركب PMSF يعزز السمية العصبية المتأخرة من خلال حدوث فشل أو خلل للوظيفة الفسيولوجية التي تكسب الحيوانات الصغيرة عدم الحساسية للسمية

العصبية المتأخرة. كذلك أوضحت الدراسات أن أعراض السمية العصبية المتأخرة والناشئة بفعل مركب PSP في كتاكيت عمرها ٥ أو ٨ أسابيع قد زادت بعد بالمعاملة بمركب PMSF حيث بلغ تثبيط أنزيم NTE إلى قمته (أكبر من ٩٧٪) وهذا يؤكد أن أنزيمات تحلل السيرين تشترك في عمليات الإصلاح.

(١١ , ١٠) الوقاية من و تعزيز السمية العصبية المتأخرة

يمكن تحوير مظاهر العصبية المتأخرة وذلك بتغيير تتابع معاملة الدجاج بالمركبات. فمن المعروف أن عمليات الوقاية Protection من وتعزيز Promotion تشمل أنزيم NTE. والمقصود بمصطلح الوقاية هو منع أو تخفيف حدة الأعراض الإكلينيكية والباثولوجية إذا ما تم معاملة الدجاج بمثبط عكسي لأنزيم NTE قبل المعاملة بمركب قادر على حث السمية العصبية المتأخرة وهذا التأثير يكون مرتبط أساسا بحماية هذا الأنزيم بالمثبط العكسي بدلا من ارتباطه بالمركب القادر على حث السمية العصبية المتأخرة. على الجانب الآخر فإذا تم معاملة حيوانات التجارب بمثبط عكسي لأنزيم NTE سبق معاملتها بمركب قادر على حث السمية العصبية المتأخرة فإن شدة السمية العصبية المتأخرة تزداد أي يحدث ما يسمى بتعزيز السمية.

(١ , ١١ , ١٠) الوقاية من السمية العصبية المتأخرة

تتحد مركبات الفوسفينيت العضوية والتي فيها مجاميع الألكيل (R) مرتبطة مباشرة بذرة الفوسفور بالموقع الفعال لأنزيم NTE بدون حدوث إزمان له وبالتالي لا تتكون شحنة سالبة على جزيء الأنزيم ومن ثم سهولة استرجاع Recovery نشاط الأنزيم باستخدام مركبات الأوكسيم. كل هذه المشاهدات أدت كثير من الباحثين إلى افتراض أن مثبطات أنزيم NTE والتي يحدث لها إزمان هي فقط المركبات القادرة على حث السمية العصبية المتأخرة. كما أوضحت بعض الدراسات أن تثبيط أنزيم NTE بمثبطات مثل مركبات الفوسفينيت العضوية وهاليدات السلفونيل والكاربامات ليس كافيا لانحلال المحور العصبي على الرغم من تثبيط أنزيم NTE في مخ الدجاج بنسبة أكبر من ٨٠٪،

ولذلك هذه المركبات تعطي وقاية لحيوانات هي أصلا حساسة لجرعات من المركب القادر على حث السمية العصبية المتأخرة. فعلى سبيل المثال يقوم مركب PMSF بوقاية الحيوانات ضد السمية العصبية المتأخرة إذا ما أعطى قبل المركب القادر على حث هذه السمية، كما أن المشابه L-(-) لمركب EPN يسبب السمية العصبية المتأخرة، بينما المشابه D-(+) غير قادر على ذلك ويعطي وقاية ضد المشابه L-(-). وعادة لا يحدث ذلك في كل الأحوال لأن هناك مركبات واقية تحدث سمية عصبية خفيفة إذا ما أعطت عند الجرعات العالية فتحدث تثبيط كامل لأنزيم NTE، ولذا فقد اقترح أن مثل هذه المركبات تتفاعل مع أنزيم NTE كمثبط جزئي ولذلك فان الوقاية تحدث بعد التثبيط الجزئي لهذا الأنزيم في حين أن السمية العصبية تحدث عند التثبيط الكامل للأنزيم وهذا أيضا يمكن تعضيده على أساس ما يحدث عند تعزيز السمية الذي يكون جزئيا إذا ما تم معاملة الحيوانات بجرعات من مركبات الفوسفور العضوية المسببة للسمية العصبية المتأخرة. فمن المعروف أن مركب الميثأميدوفوس يعطي وقاية عند الجرعات المنخفضة ويسبب السمية العصبية المتأخرة عند الجرعات العالية، كما وأن مستويات أنزيم NTE المثبطة بفعل هذه المركب واللازمة لتعزيز السمية العصبية المتأخرة أقل من مثيلتها اللازمة بفعل المركبات الواقية التقليدية وأعلى من مركبات الفوسفور العضوية التقليدية وهذا يعني أن مركب الميثأميدوفوس يحتل موقعا متوسطا بين أكثر وأقل المركبات تثبيطا لأنزيم NTE.

وتقوم مثبطات قنوات الكالسيوم بمنع حدوث السمية العصبية المتأخرة إذا ما أعطت قبل أو مباشرة بعد مركبات الفوسفور العضوية المسببة للسمية العصبية المتأخرة ومن أمثلة هذه المركبات مركب Verapamil والذي إذا ما حقن لمدة ٣ أيام قبل معاملة الدجاج بمركب PSP فإنه يقلل من السمية العصبية المتأخرة، كما وأن مركب Nifedipine يمنع زيادة نشاط Caplain في مخ الدجاج والناشئة عن مركب PSP. وهناك مركبات أخرى مثل الأتروبين، Trimedoxime و Methylprednisolone من شأنها منع حدوث السمية العصبية المتأخرة وذلك قبل التعرض أو بعض التعرض مباشرة لمركب DFP.

(٢, ١١, ١٠) تعزيز السمية العصبية المتأخرة

هناك عديد من المركبات من مجاميع مختلفة قادرة على تعزيز الأعراض الإكلينيكية والمورفولوجية المصاحبة لبعض أنواع الضرر السام والخلل للمحاور العصبية للحيوانات المعملية وقد وجد أنها جميعا تشترك في قدرتها على تثبيط أنزيم NTE ومن أمثلة هذه المركبات مركبات الفوسفات العضوية، الفوسفينيت العضوية، هاليدات الألكيل، الكاربامات و الثيوكاربامات. أوضحت بعض الدراسات أن تعزيز السمية يمكن أن تحدث إذا ما تم إعطاء المادة المعززة للسمية قبل المركب القادر على حث السمية العصبية المتأخرة حتى أسبوع تقريبا أو بعده حتى ١٠ أيام، وهذه المادة المعززة للسمية لا تتداخل مع الأحداث الناجمة عند بداية الخلل البيوكيميائي (تثبيط أنزيم NTE) وهذا واضح بحدوث إعاقة في عمليات النقل عبر المحاور العصبية قبل ظهور الأعراض الإكلينيكية والمورفولوجية المصاحبة للسمية العصبية المتأخرة في كل من الدجاج والكتاكيت. هذا وقد أوضحت بعض الدراسات أن مركب PMSF قد عزز من السمية العصبية المتأخرة بعد جرعة متوسطة من مركب ثاني بيوتيل ثاني كلوروفينيل فوسفيت بدون حدوث خلل في النقل عبر المحاور العصبية. كما أوضحت الدراسات أن معدل انحلال الغشاء الميليني المغلف للألياف العصبية يكون مرتبطا بالأعراض الإكلينيكية سواء في الدجاج المعامل بغرض وقايته من أو تعزيز السمية العصبية به.

والجدير بالذكر أن الحيوانات المعاملة بالمركبات المعززة للسمية تستغرق وقتا طويلا للاستشفاء من الأعراض الإكلينيكية، كما يعود النقل عبر المحاور العصبية إلى وضعه الطبيعي قبل الاستشفاء من الأعراض الإكلينيكية وخلال فترة زمنية لا تختلف عن الحيوانات غير المعاملة بالمواد المعززة للسمية. ومن المعروف أنه أثناء السمية العصبية المتأخرة فإن التعزيز يزيد من شدة القروح وتخفيض من حد تثبيط أنزيم NTE واللازم لحدوث السمية العصبية المتأخرة ويحدث التعزيز بجرعات من المادة المعززة لا تسبب أو تسبب تثبيطا ضعيفا لأنزيم NTE، فمثلا عند معاملة الحيوانات

بمركب PMSF سبق معاملتها بمركب DFP فإن الحد اللازم من تثبيط أنزيم NTE لحث السمية العصبية المتأخرة ينخفض من ٧٥٪ ليصبح ٤٠٪. ولأن مركب PMSF فعال حتى ١٢ يوماً لتعزيز السمية في حيوانات سبق معاملتها بمركب DFP مع إعطاء تخلص سريع لكل من DFP وPMSF فإن تفاعلات حركية المركب يمكن الحكم بها لتفسير عملية تعزيز السمية.

وحتى الآن لم يتم بعد حسم الدور الفسيولوجي لإنزيم NTE، إلا أن من المقترح أن التأثيرات العصبية الأولية للمركب الفوسفوري المسبب للسمية العصبية المتأخرة هو حدوث أقصى تثبيط لنشاط أنزيم NTE. وحديثا وجد أن المركبات التي تعزز السمية العصبية متخصصة لتثبيط إنزيم NTE، ولذا اقترح أن هناك شكل آخر لهذا الأنزيم والذي يعمل كهدف للتعزيز وأن هذا الهدف قد يكون إنزيم محلل لمادة الفينايل فاليريت والذي قد يكون مشابه أو له علاقة بأنزيم NTE. وعلى الرغم من أن كل المواد المعززة والتي تم دراستها حتى الآن مثبطات لأنزيم NTE إلا أن هناك دلائل تشير بأن أنزيم NTE ليس هو هدف التعزيز. فعلى سبيل المثال أوضحت بعض الدراسات أن جرعات من مركب KBR-2822 والتي لا تسبب تثبيطا محسوسا لأنزيم NTE يمكن أن تعزز الأعراض الإكلينيكية في الدجاج عند جرعات منخفضة من مركبات الفوسفور العضوية المسببة للسمية العصبية المتأخرة. وحتى الآن هدف التعزيز غير معروف ومن المفترض أن يكون أنزيم محلل للسيرين، كما أن كل المواد المعززة هي مثبطات لأنزيم NTE ولكن هناك دليل غير مباشر تقترح بأنه ليس من المحتمل أن تكون مثبطات لأنزيم NTE. وقد اقترحت بعض الدراسات أن ميكانيكية تعزيز السمية من المحتمل أنها تختلف عن تطور القروح الأولية و أن التداخل في عمليات الاستعواض/ الإصلاح للجهاز العصبي قد يكون له علاقة بذلك ولكن النتائج المتاحة حتى الآن غير جازمة حيث إنه يمكن تعزيز السمية العصبية المتأخرة في كتاكيت عمرها ٥ أو ٨ أسابيع بمركب PSP عند المعاملة بمركب PMSF حتى ولو تم تثبيط أنزيم NTE بنسبة أكبر من ٩٧٪ وهذا يعني أن الأنزيمات المحللة للسيرين قد تلعب دورا مهما في عمليات الإصلاح.

وقد افترضت دراسات عديدة أن عملية تعزيز السمية قد تؤثر على آليات الاستعواض - الإصلاح للجهاز العصبي اعتمادا على المشاهدات التالية :

١- عدم تخصص عملية التعزيز حيث أن هناك عديد من التأثيرات السامة للمحاور العصبية مثل السمية العصبية المتأخرة لمركبات الفوسفور العضوية وكذلك السمية العصبية الناشئة عن مركب ٢, ٤- هكسان دايون والتقرحات الناشئة عن الضغط على المحاور العصبية يتم تعزيزها بواسطة مركب PMSF ، كما وأن تعزيز القروح الإكلينيكية والمورفولوجية الخاصة بعملية التعزيز تعتبر من سمات السمية العصبية، بينما تعزيز الضرر للعصب يكون مصحوبا باستعادة متأخرة لإنه في الحالة الأخيرة تكون القروح أكبر ما يمكن ولا يمكن زيادتها أكثر من ذلك.

٢- أن الآلية المسئولة عن التعزيز تبدو أنها تتواجد وتكون فعالة في المحاور العصبية السليمة ويقترح أن المادة المعززة للسمية تكون فعالة قبل إعطاء المركب القادر على حث السمية العصبية المتأخرة. وفي الحقيقة فإن تعزيز السمية العصبية (تأخر استعادة الضغط على العصب) يمكن حدوثه أيضا وذلك عند المعاملة بمركب PMSF قبل الضغط على العصب ولذلك فإنه عند معاملة الحيوانات بالمادة المعززة للسمية العصبية فإن الضرر يميل لأن يتزايد عند المعاملة بمركب قادر على إحداث سمية عصبية متأخرة أو تأخير الاستشفاء عند حدوث ضرر ميكانيكي.

٣- يعتبر تعزيز السمية أقل فاعلية في الكتاكيت. ففي الحقيقة فإن آليات الاستعواض/ الإصلاح تبدو أنها أكثر فاعلية في الكتاكيت عن الحيوانات البالغة. فعلى سبيل المثال من المعروف إن مقاومة الكتاكيت و الجرذان للسمية العصبية المتأخرة غير مرتبطة بالاختلافات في حركية المركبات في الحيوانات الصغيرة والبالغة. فقد أوضحت بعض الدراسات أن أقل جرعة من مركب PMSF قادرة على تعزيز السمية العصبية المتأخرة في الكتاكيت (٩٠ مجم/ كجم تحت الجلد) أعلى بكثير من مثيلتها في الدجاج (٥مجم/ كجم تحت الجلد) وهذا قد يرجع إلى آليات الاستعواض/ الإصلاح والتي تتناقص فاعليتها بتقدم العمر. وقد يبدو أن الآليات المسئولة عن التعزيز قد تكون

مسئولة أيضا عن التحول الفسيولوجي للضرر والإصلاح للمحور العصبي ولذلك يفترض أن الجرعات الصغيرة والمتكررة من المادة المعززة قد تعزز السمية العصية المتأخرة وذلك بسبب حدوث تراكم متزايد للضرر الفسيولوجي غير قابل للإصلاح. (٣, ١١, ١٠)

التعرف على ووصف هدف تعزيز السمية ووصفه

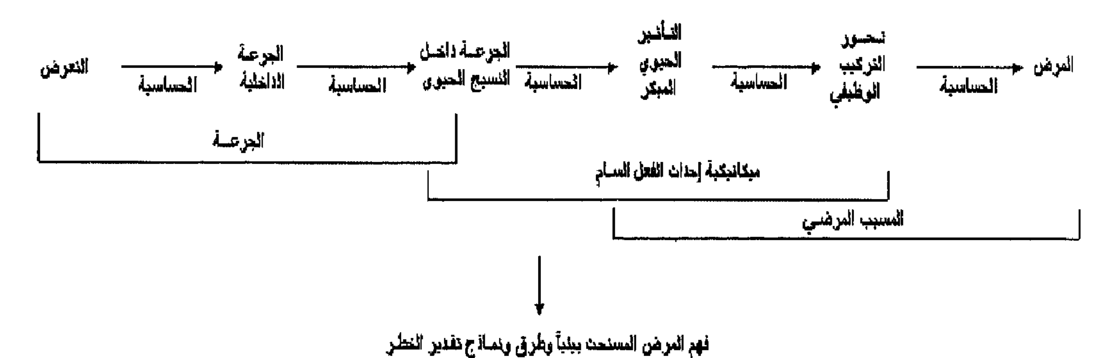
إن التعرف على هدف تعزيز السمية ووصفه قد يكون مفيدا في فهم آليات الاستعواض والإصلاح للجهاز العصبي الطرفي. فقد تم دراسة الأنزيمات المحللة للفينايل فاليريت و المقاومة لمركب الميبافوكس عند تركيز ٥٠ ميكروجزيئي وحساسة للمادة المعززة للسمية PMSF بتركيز ٥٠٠ ميكروجزيئي. وقد وجد أن ليس هناك أي ارتباط بين تثبيط هذه الأنزيمات (سواء داخل الكائن الحي أو خارجه) وتعزيز السمية و أن كلا المشابهين لمركب الميثأميدوفوس متساويين في قدرتها على تعزيز السمية العصية المتأخرة. من جهة أخرى وجد أن المشابه L-(-) لمركب الميثأميدوفوس قد ثبط الأنزيم المقاوم للميبافوكس والحساس للتثبيط بواسطة مركب PMSF والذي يعرف باسم MRPS عند نفس التركيزات اللازمة لتثبيط أنزيم NTE، بينما المشابه D-(+) لا يثبط أنزيم MRPS. كذلك مركب DFP والذي يعتبر مادة غير معززة للسمية العصبية يعتبر مثبط ضعيف لأنزيم MRPS مقارنة بتثبيطه لأنزيم NTE حيث تختلف قيم التركيزات اللازمة لتثبيط ٥٠٪ من نشاط الأنزيم (I_{50}) بمقدار مرتين، بينما مركب p-toluenesulfonyl fluoride والذي يعتبر أيضا غير معزز للسمية العصبية المتأخرة يعتبر مثبط جيد لأنزيم MRPS مقارنة بتثبيطه لأنزيم NTE وهذا يدل على أن هدف تعزيز السمية ليس من المحتمل أن يكون هو الأنزيم المحلل لمادة الفينايل فاليريت والمقاوم للتثبيط بتركيز قدره ٥٠ ميكروجزيئي من الميبافوكس. من ناحية أخرى يطلق على نشاط الأنزيم المحلل لمادة الفينايل فاليريت و المشابه لأنزيم NTE عليه اسم M200 والذي تثبيطه مرتبط بعملية التعزيز. هذا النشاط الأنزيمي مشابه لما تم وصفه سابقا في المكون الذائب في الأعصاب الطرفية والذي اقترح بإنه هدف عملية التعزيز. ويمكن تعريف أنزيم M200 بإنه الأنزيم المقاوم للتثبيط بفعل كل من ٤٠ ميكروجزيئي من البارأوكسون و٥٠ ميكروجزيئي

من الميبافوكس ولكنه حساس للتثبيط بفعل ١ ملليجزيئي من الميبافوكس. ويتواجد أنزيم M200 في المكون الذائب في الأعصاب الطرفية للدجاج، بينما الأنزيم المحلل لمادة الفينايل فاليريت فله كتلة قدرها ٦٠ كيلو دالتون.

وقد أوضحت بعض الدراسات أن الوقاية من مركب ثاني بيوتيل ثاني كلوروفينيل فوسفات باستخدام مركب المولينيت والتابع لمجموعة الثيوكاربامات يكون مرتبط بتثبيط أنزيم NTE، بينما تعزيز السمية العصبية الناشئة عن مركب ثاني بيوتيل ثاني كلوروفينيل فوسفات يكون مرتبط بتثبيط أكثر من ٥٠٪ من نشاط أنزيم M200. فمن المعروف أن عملية كربمة Carbamylation أنزيم NTE لا تؤدي إلى إعادة تنظيم لجزئ الأنزيم (إزمان) والضرورية لحدوث السمية العصية المتأخرة ولذلك فان تثبيط أنزيم NTE بنسبة أكبر من ٧٥٪ لا يؤدي إلى حدوث سمية عصبية متأخرة وبالتالي تكتسب الحيوانات وقاية ضد الجرعات المسببة للسمية العصبية المتأخرة لمركب ثاني بيوتيل ثاني كلوروفينيل فوسفات. من ناحية أخرى أوضحت بعض الدراسات أن كل المركبات التي تم اختبارها حتى الآن لتعزيز السمية مرتبطة بتثبيط أنزيم M200، بينما مركبات الفوسفور العضوية المسببة للسمية العصبية المتأخرة لها تأثير ضعيف على أنزيم M200 عند إعطائها للحيوانات بجرعات تثبط أكثر من ٧٠٪ من نشاط أنزيم NTE وتحدث سمية عصبية متأخرة. ولأن أنزيمي NTE و M200 الموجودين في الإنسان لهما حساسية لنواتج تمثيل مركب المولينيت مماثل لما هو موجود بالدجاج و الجرذان ولذا فمن المحتمل أن تحدث وقاية ضد أو تعزيز للسمية العصبية المتأخرة بمركب المولينيت في الإنسان معتمدا ذلك على مدى تتابع عملية الحقن ولذلك فان هذا المركب له نفس خواص المركبات التي تنتمي إلى الكاربامات، هاليدات الألكيل والفوسفنيت. ومن هنا لا بد من الأخذ في الاعتبار أن هناك عديد من المركبات والمتوفرة تجاريا وبعضها يستخدم كمبيدات والتي تعتبر مثبطة للأنزيمات المحللة للإستر قد تعمل كمواد معززة للسمية العصبية المتأخرة علاوة على أن التعرض المشترك للمواد الدوائية قد يعزز أو يقي ضد التأثيرات الناشئة عن السمية العصية المتأخرة.

(١٢ , ١٠) التنبؤ بالسمية العصبية المتأخرة

يهتم علماء البيئة والصحة العامة عادة برصد البيئة المحيطة بالإنسان بهدف تقييم التعرض لعموم الناس. ولفهم التعرض والتأثيرات ورصد بداية أي مرض فإنه من الضروري رصد ما يحدث داخل الكائن الحي (الإنسان) ولذلك فان استخدام الدلائل الحيوية كدليل للتغيرات الداخلية في الكائن الحي سواء على المستوى الجزيئي أو الخلوي مهم جدا لفهم الأمراض وتحسين عملية تقييم المخاطر Risk Assessment. ويوضح الشكل رقم (١٢ , ١٠) علاقة التعرض بالمرض واستخدام الدلائل الحيوية في تقييم الجرعة و آلية إحداث الفعل السام والمرض. وتؤثر حساسية استخدام الدلائل الحيوية للحساسية على أهمية تتابع كل مكون في هذا الشكل. فالدلائل الحيوية تفيد في منع حدوث المرض و مداخلاته التي تظهر خلال هذا الشكل. فعلى سبيل المثال فإن الدلائل الحيوية المبكرة (التي يمكن قياسها عند التعرض لجرعة صغيرة وفترة قصيرة) تلعب دورا مهما في تفادى المرض بينما الدلائل المستخدمة للكشف المتأخر عن المرض تكون مرتبطة بحدوث المرض.



الشكل رقم (١٢ , ١٠). اختيار المعلم الحيوي يعتمد على الجرعة، ميكانيكية إحداث التأثير السام والمسبب المرضي.

ويعتبر أنزيم NTE من الدلائل الجيدة لرصد السمية العصبية المتأخرة الناشئة عن مركبات الفوسفور العضوية حيث يعتبر تقدير نشاط هذا الأنزيم ملائم وسريع وأداة كمية لتقييم السمية العصبية المتأخرة الناشئة عن مركبات الفوسفور العضوية. فعلى الرغم من سهولة تقدير نشاط هذا الأنزيم في مخ الدجاج بسبب زيادة نشاطه به فإنه يوصى بتقدير نشاط هذا الأنزيم في الأنسجة الأخرى وبصفة خاصة الحبل الشوكي وخلايا

الأعصاب الطرفية لأنهما يعتبران من الأهداف الأساسية في السمية العصبية المتأخرة. كما يمكن قياس نشاط هذا الأنزيم في الخلايا الليمفاوية Lymphocytes والصفائح الدموية والأعصاب المركزية والطرفية ولذلك اقترحت بعض الدراسات بإمكانية تقدير نشاط هذا الأنزيم في الخلايا الليمفاوية للتنبؤ بحدوث السمية العصبية المتأخرة في الإنسان. وعلى الرغم من أن حد التثبيط لنشاط أنزيم NTE والمرتبط بحدوث سمية عصبية متأخرة في الإنسان غير معروف إلا ن هناك بعض الدلائل تشير إلى تشابهه مع ما يحدث في الدجاج. هذا وقد تم وصف أنزيم NTE الموجود في الخلايا الليمفاوية للإنسان خارجيا تبعا لحساسيته لعديد من مركبات الفوسفور العضوية المثبطة لهذا الأنزيم والذي وجد إنه مشابه لما يحدث في الجهاز العصبي. من ناحية أخرى أظهرت بعض الدراسات إنه على الرغم من حدوث سمية عصبية متأخرة بدرجة متوسطة للعمال المعرضين وظيفيا لمركب الميثأميدوفوس فإن تقدير نشاط هذا الأنزيم في العمال لم يعطي دلالة على حدوث سمية عصبية متأخرة بهؤلاء العمال، بينما تقدير نشاط أنزيم الكولين إستيريز ChE أكثر حساسية للتثبيط بالميثأميدوفوس بدرجة أكبر عن أنزيم NTE الموجود في الخلايا الليمفاوية وذلك في العمال الذين ليس لديهم تثبيط معنوي لأنزيم NTE الموجود في الخلايا الليمفاوية. من ذلك يتضح أنه من الضروري عند تقييم تأثير التعرض لمركبات الفوسفور العضوية أن يتم تقدير نشاط أنزيم NTE في العمال قبل التعرض بهذه المركبات.

وقد أوضحت بعض الدراسات أن هناك علاقة جيدة بين بعض أنواع التثبيط المؤقت والكمي لأنزيم NTE بعد التعرض لمركبات الفوسفور العضوية وتوابع حدوث السمية العصبية المتأخرة وخاصة عند استخدام جرعة فردية واحدة. فبعد ساعات قليلة من معاملة الدجاج بجرعة واحدة من المركب الفوسفوري القادر على حث السمية العصبية المتأخرة يمكن رصد نشاط أنزيم NTE وتقدير أعلى مستوي من التثبيط ومتوسط فترة التثبيط (١-٤٨ ساعة) في عديد من مناطق الجهاز العصبي. فإذا ما تم تثبيط على الأقل ٧٠٪ من نشاط الأنزيم في المخ والحبل الشوكي فإن أعراض السمية العصبية المتأخرة تظهر خلال ١-٢ أسبوع بعد المعاملة، بينما التعرض المتكرر

يحتاج إلى جرعات متراكمة من المركب الفوسفوري لحدوث السمية العصبية المتأخرة ولكنها تحدث عند مستوي منخفض من تثبيط أنزيم NTE حيث بلغ حد التثبيط للأنزيم بما يعادل ٤٥-٦٥٪ قبل حدوث تطور للسمية العصبية المتأخرة.

فمن المعروف أن بعض مركبات الفوسفور العضوية المثبطة لأنزيم NTE تثبط أيضا أنزيم AChE والمرتبط بالسمية الكولينية ولذا يمكن استخدام درجة تثبيط هذا الأنزيم للتنبؤ ما إذا كان الحيوان سوف يعيش مدة أطول حتى تطور السمية العصبية المتأخرة أم لا ولذلك فإن تقدير النسبة ما بين تثبيط أنزيم NTE إلى أنزيم AChE في الحيوانات المعاملة قد تسهم في التنبؤ بالسمية العصبية المتأخرة الناشئة عن مركبات الفوسفور العضوية، حيث وجدت أن هذه النسب قريبة من الوحدة أو أكثر في الدجاج المعامل بكل من TOCP والليبتوفوس مع وجود أعرض السمية العصبية النموذجية، بينما كانت تساوي ٠,٨ للديبتركس بدون وجود أعراض السمية العصبية المتأخرة. ففي حالة مبيدات الفوسفور العضوية والتي تعتبر أكثر قدرة تثبيطية لأنزيم AChE عن تثبيط أنزيم NTE فإن الجرعة اللازمة لحدوث السمية العصبية المتأخرة تكون أعلى من الجرعة المسببة لظهور أعراض السمية الكولينية. ويوجد حاليا ما يسمى بالجهاز الحساس الحيوي Biosensor لتقدير نشاط أنزيم NTE والذي يعتمد أساسا على رصد مادة الفينايل بواسطة إلكترود مثبت علية أنزيم التيروسينيز. وكفاءة هذا الجهاز ترجع إلى تماثل المنحني القياسي للطريقة اللونية مع الطريقة الكهروكيميائية حيث أن معايرة أنزيم NTE بواسطة الميبافوكس أعطت نفس قيم التركيزات اللازمة لتثبيط ٥٠٪ من نشاط الأنزيم (I_{50})، ولذا يمكن استخدام هذه الطريقة لرصد أنزيم NTE ووصف حركيته. أيضا أوضحت بعض الدراسات أنه يمكن تقدير الدليل العلاجي (Therapeutic Index, TI) لأي مبيد فوسفوري والذي يفيد في تقدير معامل الأمان، ويعرف TI بإنه النسبة ما بين متوسط الجرعة السامة (Toxic dose, TD_{50}) ومتوسط الجرعة المؤثرة (Effective Dose, ED_{50})، وللأمان العالي فان قيمة TD_{50} يجب أن تكون عند جرعة أعلى بقدر المستطاع عن متوسط الجرعة المميتة LD_{50}، وهذا معناه أن منحنى العلاقة بين الجرعة والاستجابة للتأثير السام يجب أن يكون جهة الجانب الأيمن لمنحني العلاقة بين الجرعة و الاستجابة.

كما يمكن استخدام خلايا النيوروبلاستوما للإنسان والفأر وكذلك مخ أجنة الكتاكيت للتفرقة بين مركبات الفوسفور العضوية المثبطة للأنزيمات المحللة للإستر وبالتالي يمكن الاستغناء عن الحيوان الكامل في رصد السمية العصبية المتأخرة. فقد وجد أن القدرة التثبيطية لأنزيم AChE بواسطة المركبات غير القادرة على حث السمية العصبية المتأخرة (البارا أوكسون و الملاأوكسون) أكبر ١٠٠ مرة عن قدرتها لتثبيط أنزيم NTE. كذلك وجد أن هناك اختلاف لنشاط أنزيمي NTE و AChE في الخلايا بعد التعرض لجرعة فردية من مركب DFP المسبب للسمية العصبية المتأخرة و البارا أوكسون غير المسبب للسمية العصبية المتأخرة وهو مشابه لما يحدث داخل الدجاج.

ويُعد رصد الزيادة في الأجسام المضادة للبروتين الثلاثي للخيوط العصبية والتي تأتي أساسا من المحاور العصبية و البروتين الحامضي للخلايا المساعدة في الخلايا النجمية و البروتين الأساسي للغشاء الميليني والذي يأتي من الغلاف الميليني في مصل دجاج سبق معاملته بجرعة من مركب PSP كمؤشر للسمية العصبية المتأخرة، بالاضافة إلى إمكانية رصد الإعاقة في النقل عبر المحاور مبكرا كمؤشر لهذه السمية حيث أن انتقال سم التيتانوس إلى الحبل العصبي البطني من مكان الحقن قد إنخفض بمعدل ٣٠٪ بعد ثلاثة أيام من الحقن بمركب PSP ثم زاد هذا التثبيط ليصبح ٧٠٪ بعد سبعة أيام بينما الأعراض الإكلينيكية لم تظهر حتى ١٠ أيام.

حاليا يمكن استخدام المعادلات الرياضية لدراسة العلاقة بين التركيب الكيماوي والنشاط (QSAR) بهدف التنبؤ بالسمية العصبية المتأخرة للميثاميدوفوس، EPN والكومافوس حيث يتم تقدير ما يعرف باسم دليل الإزمان والذي يحدد ما إذا كان المركب الفوسفوري سوف يؤدي إلى إزمان الأنزيم من عدمه وعلاقته بالعمق الجزيئي وعزم الإزدواج. هذا وقد أوضحت الدراسات أن أنزيمي NTE وAChE لهما احتياجات بنائية و إلكترونية مختلفة وخاصة لمركبات الفوسفور العضوية المثبطة.

ويمكن القول بأن دمج المعلومات الميكانيكية في عملية تقييم المخاطر ضروريا وذلك لكبر اختبارات عدم التأكد المعنوية سواء كانت داخل جسم الكائن الحي أو خارجه مما أدى إلى الاعتقاد بأن كم المعلومات التوكسيكولوجية يضعف من أهميتها. و لذلك فإن فقدان الاختيارات في عملية تقييم المخاطر ليستخدم في غياب المعلومات الميكانيكية ناتجة أساسا عن تفسير النتائج. ومن الدراسات الميكانيكية سوف يتضح وجود ٣ اتجاهات رئيسية للتفسير والتي تسمح باستنتاجات ذو قيمة عند تقييم مخاطر مركبات الفوسفور العضوية المسببة للسمية العصبية المتأخرة وهي :

١- التفسير لما يتم في الحيوان إلى الإنسان.

٢- من مستويات التعرض العالية إلى المنخفضة.

٣- من النظام البسيط للنظام المعقد.

هذا وقد أوضحت أن العلاقة ما بين الجرعة و التأثير أن السمية العصبية لخلايا العصبية المحيطة تحدث عادة بعد السمية الكولينية. هذه العلاقة قد تختلف بعد التعرض لمستويات منخفضة ولمدة طويلة للمركبات الفسفورية كما هو حدث للمحاربين في حرب الخليج (مرض حرب الخليج Gulf Syndrome) أو لمربي الماشية بإنجلترا والذين يقومون بغمر الحيوانات في محاليل المبيدات حيث تتطور السمية العصبية المتأخرة بدون ظهور أعراض السمية الكولينية. ولذلك فإن فهم آليات السمية سوف يقلل عدم التأكد في أجراء التفسيرات ولذلك فإنه من الضروري التسليم بأهمية الدلائل الحيوية مثل أنزيم NTE الموجود في الخلايا الليمفاوية لرصد السمية العصبية المتأخرة.

الفصل الحادي عشر

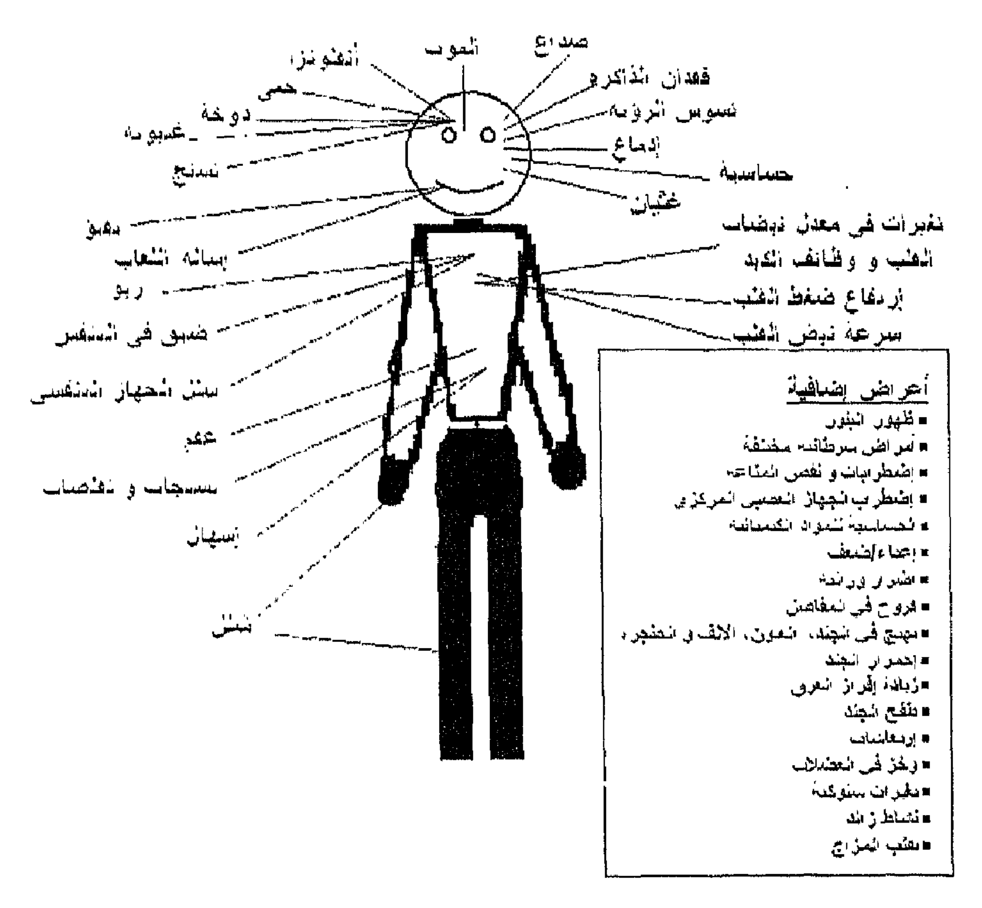
تقييم مخاطر المبيدات للإنسان والبيئة

Risk Assessment of Pesticide Hazards to Humans and the Environment

- مقدمة • المصطلحات الشائعة الاستخدام في مجال تقييم مخاطر المبيدات
- مكونات تقييم المخاطر • متطلبات تنظيم بيانات الأمان للمبيدات

(١ , ١١) مقدمة

حذرت راشيل كارسون في كتابها الربيع الصامت عام ١٩٦٢م من احتمال حدوث كارثة أو أضرار ناجمة من المواد الكيماوية للإنسان والبيئة. وقد أعلن كتاب الربيع الصامت عن بداية تغير بيئة الولايات المتحدة والتي جعل عدد من علماء الأحياء والبيئة أن يرددوا نفس وجهة النظر بأن كوكب الأرض ذو توازن طبيعي وأن الإنسان وكل الكائنات الحية سوف تهلك إذا لم يتم اتخاذ إجراءات سريعة للتحكم في التكنولوجيا المتقدمة بسرعة. فعند استخدام المبيدات بطريقة صحيحة فسوف يكون لها فوائد كثيرة للإنسان ولبيئته ولكن عندما يساء استخدامها فإنها سوف يكون لها نتائج عكسية. ففي السنوات الأخيرة زادت مخاطر المبيدات مع زيادة استخدامها في الزراعة والصناعة والمنازل والجهات الحكومية. فقد تحدث المبيدات ضرر سريع لمستخدميها إذا ما تم تطبيقها بطريقة غير مناسبة أو عند عدم الدراية الكافية لتأثيراتها السامة. فبعض هذه المبيدات ذو سمية مرتفعة وقد تسبب أمراض خطيرة وأحياناً موت إذا ما سكبت على الجلد أو استنشقت أو استخدمت بإهمال، علاوة على ذلك فقد يحدث ضرر للإنسان والحياة البرية نتيجة وجود متبقيات من المبيدات ذات الأثر الباقي الطويل والتي قد تتراكم في السلسلة الغذائية وتسبب تلوث للبيئة. ويوضح الشكل رقم (١ , ١١) أعراض التسمم المختلفة بالمبيدات.



الشكل رقم (١ , ١١). أعراض التسمم بالمبيدات

ويعرف الخطر Risk على إنه مقياس لاحتمال حدوث تأثيرات عكسية. ففي حالة المادة الكيماوية فان دالة قدرة المركب الحقيقية لإحداث تأثير عكسي (سمية حادة، سمية عصبية، سرطان،...) والجرعة تقدر عادة بشدتها وتكرار وفترة التعرض، بينما تعرف عملية تقييم الخطر Risk Assessment بإنها العملية التي يتم فيها تقدير الخطر الذي يتعرض له الإنسان لوجود مركبات سامة من بيانات التجارب التي تجرى على حيوانات المعمل.

(٢ , ١١) المصطلحات الشائعة الاستخدام في مجال تقييم مخاطر المبيدات Terminology

حتى يمكن للقارئ فهم تقييم مخاطر المبيدات لا بد له من الإلمام ببعض المصطلحات والتعاريف الشائعة الاستخدام في مجال تقويم مخاطر استخدام المبيدات والتي يمكن سردها في الجدول رقم (١ , ١١).

الجدول رقم (١ , ١١). أهم المصطلحات المستخدمة في مجال تقييم مخاطر استخدام المبيدات

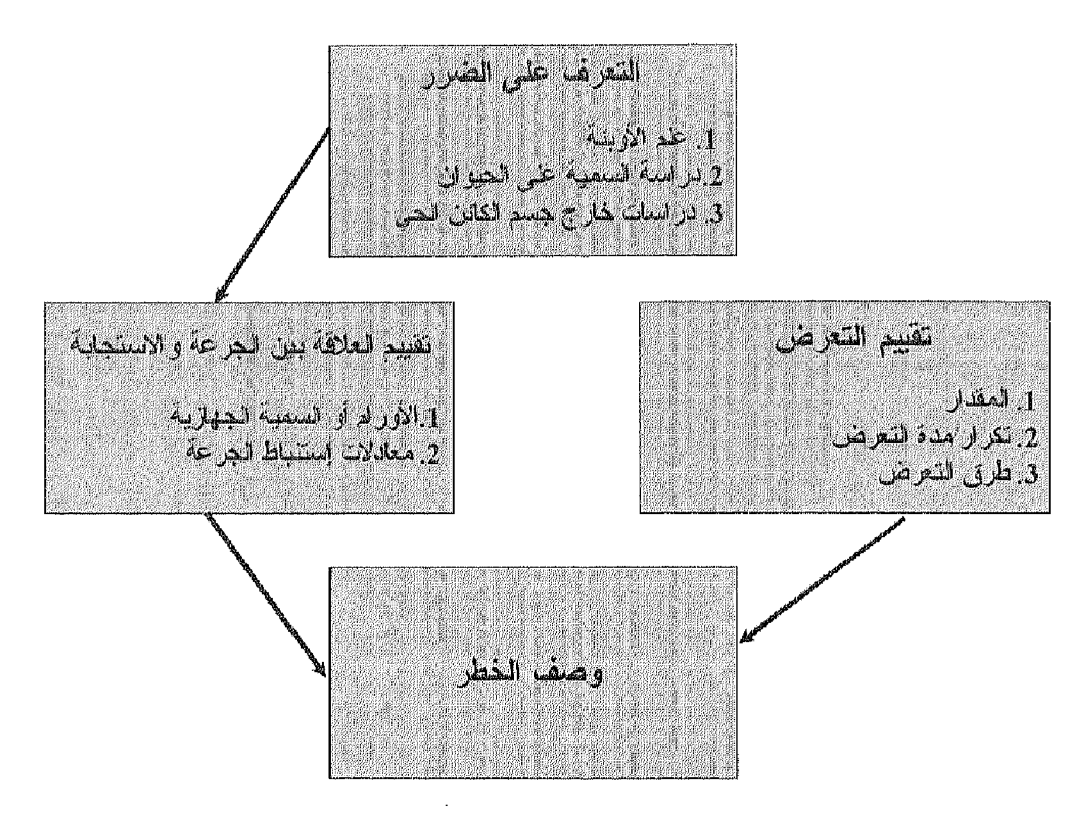
الخطر Risk	احتمال حدوث تأثير عكسي على الصحة نتيجة التعرض لمادة ضارة.
تقييم الخطر Risk Assessment	استخدام المعلومات المتوفرة لتقدير وتقييم التعرض لمادة وما يتبعها من تأثيرات عكسية على الصحة.
التعرف على الخطر Risk Identification	التقييم الوصفي للتأثيرات العكسية لمادة ما على صحة الإنسان أو الحيوان.
تقييم التعرض Exposure Assessment	تقييم أنواع (الطرق والوسط) وكميات ووقت وفترات التعرض المتوقع وجرعات إذا ما كانت معلومة ومناسبة وعدد الأفراد المحتمل تعرضهم.
تقييم العلاقة بين الجرعة والاستجابة Dose-Response Assessment	العملية التي يتم فيها تقدير العلاقة بين جرعة مادة وحدوث تأثير عكسي على الصحة.
وصف الخطر Risk Characterization	العملية التي يتم فيها تقدير احتمال حدوث تأثير عكسي على صحة الإنسان تحت ظروف مختلفة من التعرض حيث تشمل وصف المخاطر.
إدارة المخاطر Risk Management	هو القرار التنظيمي الذي يدمج المعلومات الخاصة بالمنافع ضد مخاطر التعرض لحالة معينة.
تقييم مخاطر البيئة Ecological Risk Assessment	احتمال حدوث تأثيرات عكسية للبيئة بواسطة مادة كيماوية أو غير كيماوية على المكونات (أفراد، قطاع من السكان، مجتمعات أو نظام بيئي).
مستوى التأثير العكسي غير الملاحظ No Observed Adverse Effect Level (NOAEL)	عبارة عن أعلى جرعة والتي تكون غير مرتبطة بحدوث تأثيرات عكسية على الكائنات المختبرة.
تركيز التأثير العكسي غير الملاحظ No Observed Adverse Effect Concentration (NOAEC)	عبارة عن أعلى تركيز في بيئة التعرض وغير المرتبطة بحدوث تأثير عكسي على الكائنات المختبرة.
الجرعة المرجعية Reference Dose (RfD)	عبارة عن تقدير للتعرض الذي يمكن أن يحدث يوميا باستمرار ولمدة طويلة مع توقع عدم حدوث تأثير عكسي من هذا التعرض.

تابع الجدول رقم (١١,١).

الجرعة المستنتجة تجريبياً Benchmark dose (BMD)	عبارة عن أقل ٩٥٪ فترة ثقة في مستوى هذه الجرعة أو هي أقل حد إحصائي لجرعة تماثل مستوى معين من الخطر (١، ٥ أو ١٠٪ مستوى خطر).
قيمة الحد الأقصى Threshold limit value (TLV)	هو تركيز المادة الضارة الذي يتعرض له معظم العاملين بالصناعة يومياً بدون أي تأثيرات عكسية.
الحد المسموح به للتعرض Permissible Exposure Limit (PEL)	هو أقصى تعرض مسموح به من المادة الكيماوية لعمال الصناعة خلال ٨ ساعات عمل يومي أو ٤٠ ساعة فترة عمل أسبوعي.
الحد المسموح به يومياً Acceptable Daily Intake (ADI)	هو مقدار التعرض اليومي بدون أي تأثيرات ضارة حتى لو استمر التعرض خلال فترة العمر.
الحد الأقصى من المتبقيات Maximum Residue Limit (MRL)	هو أقصى مستوى من المتبقيات المتوقع وجودها في مادة غذائية بعد تطبيق المبيد بطريقة صحيحة (التطبيق الزراعي الصحيح Good Agriculture Practice).
الحد النظري المسموح به يومياً Theoretical maximum daily intake (TMDI)	المقدار المأخوذ من المادة الغذائية والمحسوب من قيمة الحد الأقصى من المتبقيات ومتوسط الاستهلاك اليومي لكل مادة غذائية المحسوب لها قيمة الحد الأقصى من المتبقيات. ويحسب الحد النظري المسموح به يومياً بضرب قيمة الحد الأقصى من المتبقيات في متوسط الاستهلاك لكل مادة غذائية ثم جمع الناتج.

(١١,٣) مكونات تقييم المخاطر

يمكن تقسيم تقييم الخطر إلى أربعة مكونات أساسية هي: التعرف على الخطر، تقييم التعرض، تقييم العلاقة بين الجرعة والاستجابة وأخيراً وصف الخطر الشكل رقم (١١,٢). وحالياً هذا المخطط يمتد ليشمل المخاطر البيئية مثل تلوث الكائنات الحية غير المستهدفة بواسطة الكائنات الحية الدقيقة الموجهة وراثياً.



الشكل رقم (٢ , ١١). مكونات تقييم الخطر

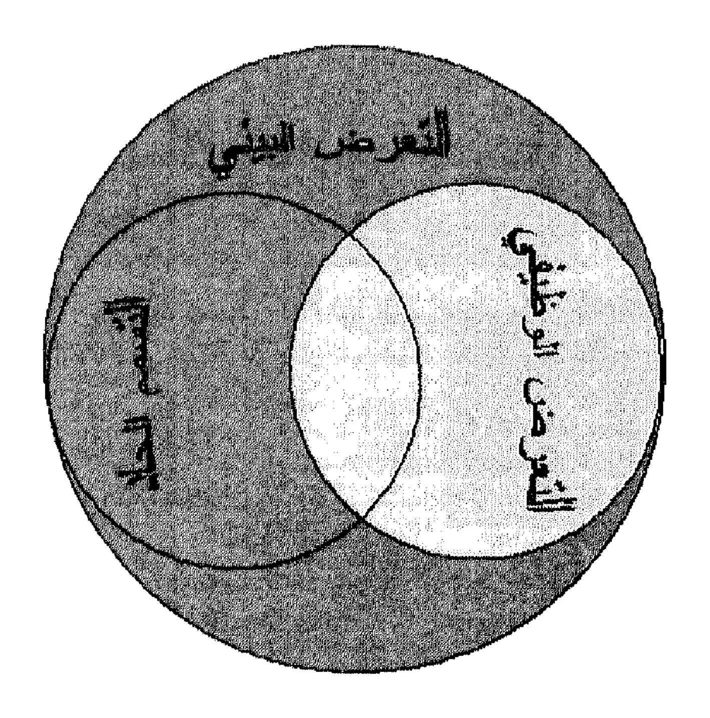
يهدف تقييم تعرض الإنسان للمبيدات إلى التعرف على العلاقات بين الجرعة والتأثير على الإنسان بعد التعرض سواء لجرعة فردية أو جرعات متكررة، علاوة على التعرف على طرق الحد من هذه التأثيرات العكسية لهذه المركبات. وتبعاً لحجم الجرعة وطرق التقييم فإن تعرض الإنسان يمكن تقسيمه إلى :

١ - تسمم حاد/ تحت حاد (المقصود، العرضي، الوظيفي)

٢- التعرض الوظيفي لمدة طويلة

٣- التعرض البيئي (عن طريق الطعام، الماء، الهواء، ...)

ويمكن توضيح العلاقة بين أنواع التعرض المختلفة كما هو موضح بالشكل رقم (٣ , ١١).



الشكل رقم (٣ , ١١). العلاقة بين أنواع التعرض المختلفة

(١ , ٣ , ١١) التعرف على الضرر Risk Identification

المقصود بالتعرف على الضرر هو استخدام كل البيانات المتاحة للتأثيرات البيولوجية للمادة المقدرة المحتمل أن تكون لها تأثير ضار على صحة الإنسان. وتستخدم هذه البيانات أيضا في تحديد نوع الضرر وإذا ما كانت الجرعة تحفز تكوين أورام أو تؤثر على التطور أو تعمل كسم كلوي.

(١ , ١ , ٣ , ١١) كوارث التسمم نتيجة التعرض الوظيفي وغير الوظيفي للمبيدات

تنتج الكوارث السامة أو التسمم الجماعي من الاستخدام السيء لكل أنواع المبيدات سواء كانت مبيدات كلوروينية مثل دي.دي.تي، اللندين، التوكسافين، الإندرين، الألدرين والدايلدرين وكذلك مثبطات أنزيم الأسيتايل كولين إستيريز والتي تشمل مبيدات الفوسفور العضوية والكاربامات. و تعرف مثل هذه الكوارث على أساس التأثير الناتج من تعرض الأشخاص لمادة كيماوية أو مجموعة من المواد والتي فيها يحدث تسمم لعديد من الأشخاص. وهذا التسمم قد يحدث لعامة الناس عن

طريق الفم أو التعرض عن طريق الجلد أو يكون وظيفياً بطبيعته مثل العمال القائمين بتصنيع المبيدات أو تجهيزها أو خلطها أو القائمين بتطبيقها في مجالات الزراعة والصحة العامة. وقد تحدث مثل هذه الكوارث في أي قطر إلا إنها أصبحت أقل شيوعاً في الدول المتقدمة عن الدول النامية. و حديثاً يوجد اهتمام عام للتأثيرات الضارة على الصحة من حيث التأثيرات السرطانية، التأثيرات على التطور والتكاثر، التأثيرات على الجهاز المناعي والسمية العصبية. ومن أشد كوارث التسمم التي حدثت في الهند عندما تم خلط اللندين بغرض وقاية الحبوب من آفات الحبوب المخزونة ثم استهلاكها فأدى هذا التسمم إلى تأثيرات مفاجئة على الجهاز العصبي مصحوبة بتأثيرات على المخ مع وجود تأثير على العضلات اللاإرادية. كذلك وجد أن مركب ثاني بروموكلوروبروبان له تأثيرات على التكاثر لدى العمال المعرضين له بشدة حيث أن استمرار استخدام هذا المركب في مزارع الموز في كوستاريكا أدى إلى العقم. كما تم تسجيل حالات سرطانية نتيجة التعرض للمبيدات في خمسة مستشفيات في خمسة مناطق ريفية بإيطاليا.

(٢ , ١ , ٣ , ١١) السمية الخلوية للمبيدات

أولاً : التأثيرات السرطانية

هناك عدد من الدراسات الخاصة بانتشار الكوارث التي اهتمت بتقدير الارتباط بين التعرض للمبيدات وحدوث السرطان. فهذه المبيدات تحدث تأثيراتها السرطانية بميكانيكيات أخرى بخلاف التأثير على الكروموسومات مثل التحفيز أو تكاثر عضويات السيتوبلازم أو عدم توازن الهرمون. من ناحية أخرى وجد أن المبيدات قد تؤثر على عملية تكوين السرطان بطرق أخرى مثل حدوث تغيير في الكروموسومات أو زيادة نمو الخلايا السرطانية. ولذلك فإن نموذج تقييم الخطر لابد وأن يهتم بهذه الاختلافات في ميكانيكية إحداث السمية السرطانية. وقد صنفت وكالة حماية البيئة الأمريكية عام ١٩٨٦م التأثير السرطاني للمبيدات بناءاً على القوة المؤثرة إلى عدة مجاميع هي: مجموعة أ (مبيدات تسبب سرطان للإنسان)، مجموعة ب (مبيدات مرجح إحداثها سرطان للإنسان)، مجموعة ج (مبيدات من الجائز إحداثها سرطان للإنسان)، مجموعة

د (مبيدات غير مصنفه على إنها تحدث سرطان للإنسان) ومجموعة هـ (مبيدات مشهود لها بعدم قدرتها على إحداث سرطان للإنسان). وتعتبر مركبات DDT وناتج هدمه DDE ومشابهه o,p'-DDT، الكلورديكون، الهبتاكلور ومبيدات أخرى والتي مازالت مثابرة في البيئة لمدة طويلة بعد منع استخدامها ذو سمية سرطانية حيث إنها تسبب سرطان الثدي نتيجة تأثيرها على نشاط الإستروجين (تعتبر مواد غريبة للإستروجين). كما أن مركبات DDT، الميثوكسى كلور والكلورديكون تؤثر على إنتاج الإستروجين وهدمه ولذلك فهي تعمل كمواد غريبة للإستروجين. وقد أثبتت بعض الدراسات الخاصة بالكوارث أن السيدات المصابات بسرطان الثدي تحتوي على مستويات عالية من الهيدروكربونات المكلورة في دهن الثدي ودهون المصل (السيرم) مقارنة بالكونترول (الشاهد). وقد اقترح أن اختبارات الكشف عن سمية الإستروجين قد تكون وسائل فعالة لتقييم العواقب على الصحة المحتملة من المبيدات الجديدة أو الموجودة أصلاً. لذلك يهتم تقييم خطر السرطان بقياس التزايد في معدل تكرار أي حادثة للسكان وتقدير أقل احتمال للحوادث عند الجرعات المنخفضة لفترة طويلة من الزمن.

أيضا هناك عديد من الهيدروكربونات الهالوجينية والتي تثبط مناطق الاتصال بين الخلايا في الأغشية الخلوية gap junctional intercellular communication (GJIC) لثدي الإنسان العادي عند المعاملة سواء بالمركب بمفرده أو في صورة خليط. وقد وجد أن هذه المركبات يمكنها أن تغير مستوى ما بعد نقل الشفرات الوراثية ويمكنها تحفيز تكوين أورام في أنسجة ثدي الإنسان وقد تحدث تأثيرات على صحة الإنسان إذا ما توافر كل الظروف لتثبيط مناطق الاتصال بين الخلايا.

من ناحية أخرى تتفاعل المبيدات الفوسفورية العضوية مع الجزيئيات البيولوجية عن طريق فسفرة الحامض الأمينى سيرين الموجود في الأنزيمات المحللة والمسئول عن السمية الحادة أو بإضافة مجموعة ألكيل إلى الجزيئيات الكبيرة مثل الحامض النووي DNA والمسئول عن تحفيز عملية تكوين السرطان. فعندما يكون معدل الفسفرة أعلى من معدل إضافة مجموعة ألكيل فإن التأثيرات السامة الداخلية التي لها علاقة

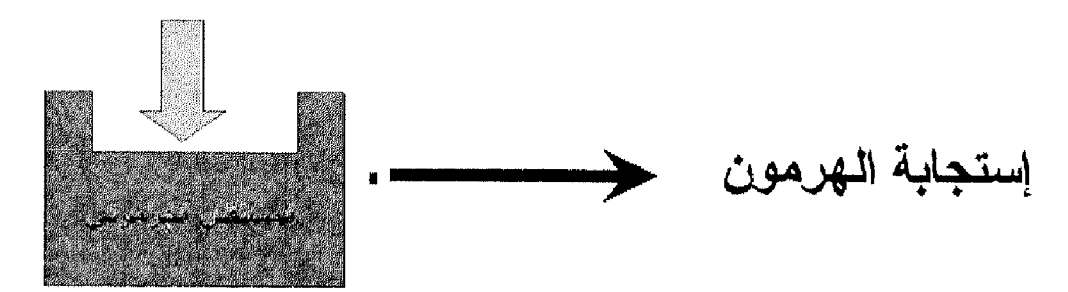
بالنواحي الوراثية لن تحدث لان الجرعات المؤثرة لن تتحقق بسبب السمية الحادة كما هو في حالة الدايازينون والداى كلوروفوس حيث يكون معدل فسفرة أنزيم الأسيتايل كولين إستيريز يكون أسرع بكثير عن معدل إضافة مجموعة ألكيل. من ناحية أخرى فقد تم تصنيف مركب ميثاداثيون على إنه يتبع مجموعة ج (جواز إحداثه سرطان للإنسان) معتمداً ذلك على دلائل زيادة حدوث أورام حميدة وخبيثة في ذكور الفئران.

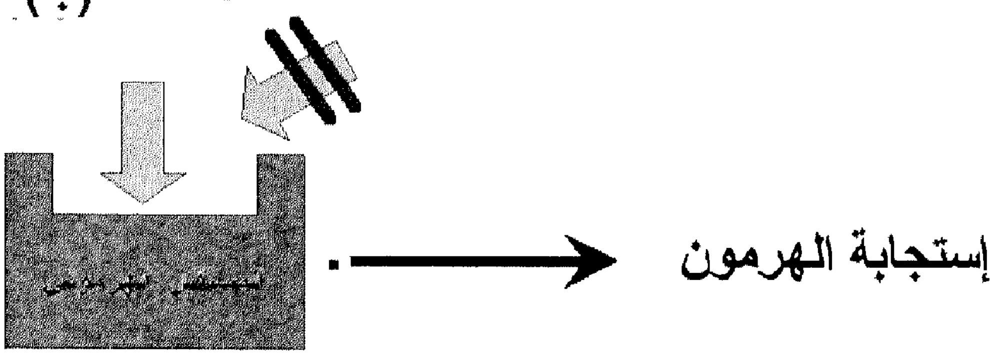
ثانياً : التأثير على التكاثر والتطور

هناك تأثيرات أخرى غير التأثيرات السرطانية المحتمل حدوثها لوجود أي عامل في البيئة وخاصة المبيدات مثل التأثيرات الضارة على الأجهزة العصبية والكلوية والتنفسية والتناسلية سواء للذكور أو الإناث. وتشير السمية لتطور الثدييات إلى التأثيرات العكسية خلال تطور الأجنة. وتشمل السمية التأثيرات العكسية على تطور الكائن النامي نتيجة لتعرض الأم قبل الحمل أو قبل الولادة أو بعد الولادة حتى فترة النضج الجنسي. ويعتبر الجنين في الفترة ما بين أسبوعين وشهرين من الحمل أكثر الفترات حساسية لتحفيز فشل الولادة حيث أن هذه الفترة الحرجة لتكوين الأعضاء. فقد وجد أن التعرض للمواد السامة مثل المبيدات خلال الأسبوعين الأوليين من الحمل أدى إلى موت الجنين، في حين أن التعرض بعد تكوين الأعضاء من المحتمل أن يسبب عجز وإعاقة الوظائف الفسيولوجية. أيضا وجد أن هناك ارتباط بين زيادة شذوذ المواليد في منطقة غرب مينسوتا وتعرض الأشخاص لمبيدات تم رشها على المحاصيل النامية بهذه المنطقة. علاوة على ذلك فقد وجد أن ناتج هدم مركب DDT الأساسي وهو p,p'-DDE يتداخل مع فعل الهرمونات الذكرية أو الأندروجين مما يوضح أن مركب DDT ونواتج هدمه قد تؤثر على تمييز الجنس في الثدييات. فمن المعروف أن هناك عدد كبير من المبيدات تسبب خللاً لهرمونات الغدد الصماء وتستخدم في البيئة بكميات كبيرة منذ الحرب العالمية الثانية مثل الدايكفول، DDT، الكارباريل، β-HCH، اللندين، الدايلدرين، الهبتاكلور، البيروثرويدات المصنعة والباراثيون. و هذه المبيدات تحدث فعلها السام عن طريق زيادة أو تثبيط الارتباط بالمستقبلات الأنزيمية أو التأثير على تخليق

الهرمون وتخزينه وتحرره و انتقاله و إزالته. كما وأن هناك عدد من ميكانيكيات إحداث الفعل السام التي تؤثر على المستقبلات مثل التأثير على الإستروجين، الإندروجين والبروجيسترون وعمليات تكوين الجليكوجين والسكر في الدم.

ويمكن شرح الأساس النظري للمواد الكيماوية الموجودة في البيئة والتي تحدث تأثيرات مشابهه لفعل الهرمون كما هو مبين بالشكل رقم (٤, ١١). هذه المواد الكيماوية يمكنها أن تحاكى فعل الهرمون عن طريق الارتباط بالمستقبلات الهرمونية مسببة بذلك تأثيرات بيولوجية واضحة، بينما المادة الكيماوية التي لا تظهر هذه التأثيرات فيمكنها أيضاً أن ترتبط بالمستقبل الهرموني كمركب غير فعال ولذلك فهي توقف أيضاً الاستجابة للهرمون الطبيعي وفى كلا الحالتين فان النتيجة تكون حدوث تغير في وظيفة النظام الهرموني.





الشكل رقم (٤, ١١). عمل المواد الكيميائية في موقع عمل الهرمون.

ثالثاً : التأثيرات السلوكية العصبية

بسبب التشابه بين الجهاز العصبي للثدييات والحشرات فإن المبيدات التي هي مصممة أساساً لمهاجمة الجهاز العصبي للحشرات (مركبات الكلور العضوية، الفوسفور العضوية والكاربامات) هي قادرة أيضا على التأثير الجهاز العصبي للثدييات وإحداث سمية عصبية حادة ومزمنة للثدييات. و قد شوهدت تغيرات حادة ومزمنة في الوظائف الحسية والخلايا المحركة والذاتية والإدراك والسلوك للعمال المعرضين مهنياً لمستويات عالية نسبياً من المبيدات. وقد تكون هذه التأثيرات السلوكية العصبية والتغيرات التي يحدثها المركب في السلوك نسبياً دلالة على الخلل الذي يصيب الجهاز العصبي وبالتالي يمكن الاستفادة من ذلك لتقدير مخاطر السمية العصبية. وقد وجد أن مبيدات الكلور العضوية قد تحدث تأثيرات على الوظائف الحسية والحركية والإدراك والتي يمكن الكشف عنها باستخدام المقاييس الوظيفية مثل السلوك. و لذا فإن تقييم مخاطر السمية العصبية لابد وأن تشمل تقديرات واسعة المدى لتأثيرات السمية العصبية المحتملة والتي تشمل الدلالات التركيبية والوظيفية للسمية العصبية. فهناك عدد من مبيدات الفوسفور العضوية تسبب سمية عصبية مصحوبة بعدم تكوين الخلايا العصبية البعيدة سواء المركزية أو المحيطية وهذه الأعراض تسمى السمية العصبية المتأخرة للمركبات الفوسفورية العضوية OPIDPN أو OPIDN والتي لا تعتمد أبداً على تثبيط أنزيم الأسيتايل كولين إسيتريز حيث تظهر أعراض السمية العصبية المتأخرة بعد ١-٢ أسبوع. و تشمل ميكانيكية إحداث السمية العصبية المتأخرة فسفرة بروتين موجود في الجهاز العصبي يسمى أنزيم السمية العصبية المتأخرة (NTE) ثم حدوث إزمان Aging لمعقد الأنزيم المفسفر. وقد أمكن التنبؤ عن طريق معرفة نسبة تثبيط أنزيم السمية العصبية المتأخرة في الخلايا الليمفاوية للإنسان ببدء حدوث السمية العصبية المتأخرة في شخص مسمم بمركب الكلوروبيروفوس. وقد أوضحت الدراسات الأولية في أمريكا الوسطى ظهور بعض الأعراض متوسطة الشدة من السمية

العصبية المتأخرة بعد التسمم الحاد بمركب الميثأميدوفوس. وقد تم تسجيل عدة حالات من السمية العصبية المتأخرة في الإنسان بعد التسمم بمركبات ميرفوس، ميبافوكس، ليبتوفوس، تراى كلوروفون وتراى كلورنات.

ويعتبر أحد أهداف علم السمية وتقييم المخاطر تقدير حدود الأمان للتعرض للمركبات السامة وذلك عن طريق التجارب المعملية على حيوانات المعمل وإثبات التأثيرات العكسية نتيجة تعرض الإنسان عرضيا. ولأن المبيدات الحديثة يتم استخدامها في البيئة فمن الضروري استخدام طرق توكسيكولوجية سريعة وذو حساسية عالية لحصر هذه المبيدات الجديدة والمبيدات الموجودة بالفعل. وبمجرد إثبات التأثيرات العصبية السلوكية فمن الضروري فهم ميكانيكية إحداث فعل السمية العصبية على مستوى العصب الكيماوي، الوظيفي، الخلوي والجزيئي. كذلك فإن تقييم مخاطر السمية العصبية تهتم بالفهم الكامل للعلاقات بين المستويات المختلفة للجهاز العصبي ولذلك يهتم علم السمية العصبية السلوكية بتقييم المخاطر مباشرة عن طريق تقدير كمية التعرض وشدته.

رابعاً : التأثير على الجهاز المناعي

يؤدي تعرض الإنسان لبعض المبيدات إلى حدوث تغيرات واضحة في المناعة أو الوظائف وزيادة الحساسية للإصابة بالأمراض. وقد تم رصد أنيميا مصحوبة بفرط في الحساسية نتيجة التعرض لمبيدات الكلور العضوية، كما شوهدت بعض حالات الحساسية خصوصاً حساسية الجلد لعديد من المبيدات. أيضا وجد أن استهلاك المياه الجوفية الملوثة بتركيزات منخفضة بمركب الألديكارب في منطقة ويسكونسون بالولايات المتحدة الأمريكية أدى إلى خلل الخلايا الليمفاوية المسئولة عن التهام الأجسام الغريبة في النساء ولذلك هؤلاء السكان من المحتمل تعرضهم لضرر في الجهاز المناعي. كما أظهرت بعض الدراسات أن التعرض للمبيدات الفوسفورية لفترة طويلة أدى إلى تناقص المناعة وذلك لتثبيط الأنزيمات المحللة للإستر في الخلايا الآكلة للأجسام الغريبة والتي قد تؤدي إلى حدوث الأورام الليمفاوية.

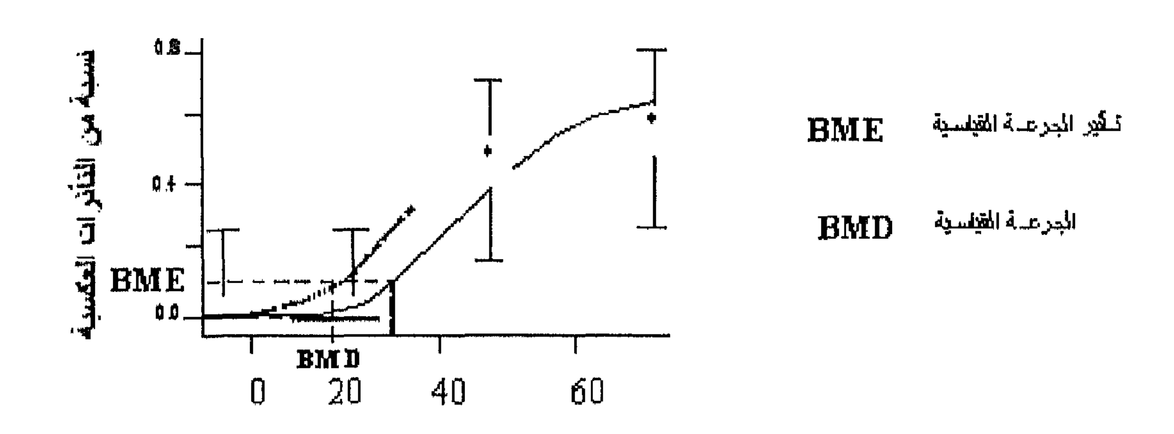
(٢ , ٣ , ١١) تقييم العلاقة بين الجرعة والاستجابة Dose-Response Assessment

(١ , ٢ , ٣ , ١١) العناصر الأساسية لتقييم العلاقة بين الجرعة والاستجابة.

عند تقييم العلاقة بين الجرعة والاستجابة فإنه يستخدم بيانات الدراسات الخاصة بالإنسان والحيوان لتقدير كمية أو تركيز المادة المتوقع إحداثها تأثير على الإنسان. ففي هذه الخطوة فإنه من الضروري تطبيق بعض المعادلات الرياضية لحساب المقدار الكمي للخطر المستخدم نتيجة التعرض لجرعة منخفضة. ويمكن تلخيص تقييم العلاقة بين الجرعة والاستجابة في ثلاث نقاط هي التعرف على التأثير (ومستوى التعرض) الأكثر أهمية، وصف الخطر الموجود في قاعدة البيانات و أخيراً تقدير مستوى التعرض المفروض الذي لا يحدث أي خطر للإنسان. ففي الخطوة الأولى فإن البيانات الخاصة بتعرض بعض أنواع الحيوانات المعملية بالاضافة إلى المعلومات الخاصة بالكوارث يتم اختبارها لمستوى الجرعة العالي والتي ليس لها تأثير عكسي معنوي (مستوى التأثير العكسي غير الملاحظ). أما في الخطوة الثانية فإنه يتم تقدير الأخطار المقدرة من مستوى التأثير العكسي غير الملاحظ من الأنواع المعملية وربطها بالأنواع المستهدفة. أما في الخطوة الأخيرة فان المستوى الحرج للتأثير العكسي غير الملاحظ (أقل مستوى للتأثير العكسي غير الملاحظ لمركب معين) يقسم على حاصل عوامل الأمان بالاضافة إلى عوامل التحور المشتقة للحصول على الجرعة المرجعية (أو التركيز المرجعي لمادة كيماوية مستنشقة).

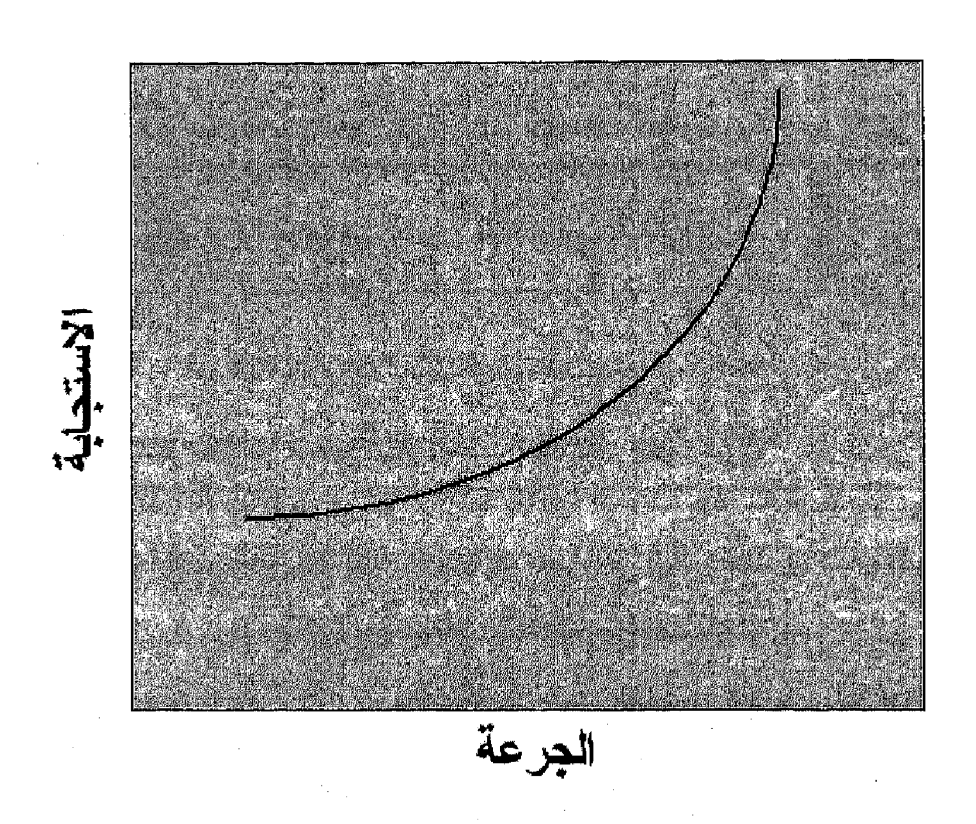
وقد وضعت وكالة حماية البيئة الأمريكية عام ١٩٨٠م بعض الطرق المستخدمة لتقدير مخاطر المبيدات على صحة الإنسان نتيجة التعرض الحاد السام سواء عن طريق الماء أو الغذاء وهذه الطرق عادة تعتمد على تقدير المعدل المأخوذ يومياً والذي يسمى الحد المسموح به يومياً (ADI) والذي يجب أن يكون ذو انخفاض كافي لتحقيق للإنسان. كما توجد طرق أخرى لتحسين العلاقة بين الجرعة والاستجابة في عملية تقييم الخطر وذلك باستخدام البيانات الناشئة من طرق الاختبار القياسي والذي يكون مستقل عن المعلومات الخاصة بعوامل حركية وديناميكية المركب السام

والتي قد تستخدم لضبط حجم عوامل الأمان وهذا يمكن إنجازه باستخدام الجرعة المستنتجة تجريبيا أو ما تسمى الجرعة القياسية والتي فيها يتم اختيار مستوى معين من التأثير والجرعة المسببة لهذا التأثير حيث يتم حسابها من المعادلة الإحصائية كما هو موضح بالشكل رقم (٥ , ١١). و تعرف الجرعة المستنتجة تجريبيا (الجرعة القياسية) بإنها أقل ٩٥٪ فترة ثقة في مستوى هذه الجرعة.



الشكل رقم (٥ , ١١). حساب الجرعة القياسية.

ويوضح الشكل رقم (٦ , ١١) أن المنحنى الذي يربط العلاقة بين الجرعة والاستجابة قد لا يكون في صورة خط مستقيم ولكنه منحنى وذلك لكون الجرعة المؤثرة لا تتناسب مباشرة مع الجرعة المعطاة وهذا يكون صحيح عند الجرعات العالية أو أقصى جرعات يمكن تحملها والمميزة لدراسات السمية والتأثيرات السرطانية. أيضا من أسباب أن الجرعة المعطاة والمؤثرة لا تتناسب مباشرة مع الاستجابة هي النظام المحدد للسعة أو الإزاحة الأولى، المعدل المحدد لمدى توافر المرافقات الأنزيمية، انخفاض التوزع للمركب في الأنسجة بسبب حدوث تشبع لأماكن الارتباط وخاصة البلازما وكذلك حدوث تغيرات في معدلات تدفق الدم للأنسجة.



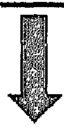
الشكل رقم (٦ , ١١). منحنى العلاقة بين الجرعة والاستجابة

(٢ , ٢ , ٣ , ١١) اختبارات السمية في حيوانات التجارب للاستفادة بها في تقييم المخاطر على الإنسان

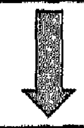
تعتمد عملية تقييم المخاطر على استخدام حيوانات التجارب للاستفادة في تفسير ما يحدث عند استخدام الجرعات العالية على حيوانات التجارب وما يحدث للإنسان عند تعرضه للجرعات المنخفضة، صور التعرض وطريقة دخول الجرعة وكذلك دراسة الحساسية بين أنواع مختلفة من حيوانات التجارب. و يوضح الشكل رقم (٧ , ١١) أن نموذج تقييم الخطر يهتم بربط علاقات التعرض، الجرعة داخل النسيج، التفاعلات الأولية داخل النسيج مع تفسير التأثيرات على حيوانات التجارب لتوقع حدوث تأثير على الإنسان تحت التركيزات الصغيرة جداً.

في حيوانات التجارب

التعرض ← الجرعة داخل النسيج الخلوي ← التفاعلات الكيموحيوية ← التأثير السام



الإختلاف بين الأنواع و إستنباط الجرعة المنخفضة



في الإنسان

التعرض ← الجرعة داخل النسيج الخلوي ← التفاعلات الكيموحيوية ← التأثير السام

الشكل رقم (٧,١١). تداخل العمليات الفردية في التعبير عن التأثير السام في سياق تقييم الخطر واستخدام التجارب المعملية لتفسير ما يحدث للإنسان.

ومن النادر ما يتم دراسة العلاقة بين الجرعة والتأثير والجرعة والاستجابة في السمية العصبية للعمال المعرضين مهنيا بالطرق البيوكيميائية. فبعض هذه الطرق متوفر لتفسير ما يحدث في الحيوان إلى الإنسان ويستخدم لرصد تعرض الإنسان ويمكن تقسيم هذه الطرق إلى ثلاث هي: تحرر المواد الكيماوية إلى مكان إحداث الفعل السام، حدوث تحورات للهدف الجزيئي بواسطة المواد الكيماوية وأخيرا العواقب البيوكيميائية نتيجة هذه التحورات. فقد أوضحت الدراسات بأن احتمال قياس نواتج الاضافة في الهيموجلوبين سيساعد على تقدير الجرعة من المركب والقريبة من الهدف ومن ثم احتمال تقدير الجرعة بدرجة أكثر دقة بين الأنواع. و بمجرد معرفة عدد نواتج الاضافة ومثابرتها في الإنسان بعد التعرض لمركب معروف فمن المحتمل مقارنتها بالبيانات الخاصة بالحيوانات المعاملة بكمية معينة من المركب ومن ثم تقدير السمية بدقة عالية. من المعروف أن هناك عدد من مركبات الفوسفور العضوية لها مقدرة على إحداث سمية عصبية متأخرة وذلك عند تثبيط من ٧٠-٨٠٪ من نشاط أنزيم السمية العصبية. ويعتبر استخدام معامل الأمان

ذو أهمية كبيرة للتنبؤ بالأمان لمركبات الفوسفور العضوية. ويعرف معامل الأمان بإنه النسبة بين متوسط الجرعة السامة ومتوسط الجرعة المؤثرة وللأمان العالي فان قيمة متوسط الجرعة السامة يجب أن تكون بعيدة بقدر المستطاع عن متوسط الجرعة المميتة وهذا معناه أن منحنى العلاقة بين الجرعة والاستجابة للتأثير السام يجب أن يكون بعيد لجهة اليمين من منحنى العلاقة بين الجرعة والاستجابة للجرعة المؤثرة بقدر المستطاع.

من ناحية أخرى تم تقدير مستوى التأثير غير الملاحظ للتأثيرات المظهرية/ السلوكية لفئران التجارب تم معاملتها بمركب المونوكروتوفوس، فقد وجد أن الأعراض المظهرية قد ظهرت عند جرعات أعلى من أو تساوي ١ مجم/ كجم وبلغت شدتها بعد ١-٢ ساعة في حين أن الاستعادة أو الاستشفاء أو اختفاء الأعراض حدثت بعد ٢٤ ساعة. من ناحية أخرى انخفض نشاط أنزيم الأسيتايل كولين إسيتريز في كرات الدم الحمراء عند جرعات أعلى من أو تساوي ٣,٠ مجم/ كجم، في حين أن نشاط هذا الإنزيم في المخ قد انخفض معنوياً في الفئران المعاملة بجرعات أعلى من أو تساوي ١,٠ مجم/ كجم. و قد وجد أن مستوى التأثير غير الملاحظ للأعراض المظهرية أكبر من أو يساوي ٣,٠ مجم/ كجم، في حين كان هذا المستوى لتثبيط أنزيم الأسيتايل كولين إسيتريز يساوي ٠٣,٠ مجم/ كجم. من ناحية أخرى أحدث مركب الميثوكسي كلور زيادة كبيرة في أوزان الرحم عند الجرعات العالية بينما ناتج هدمه (HPTE) أحدث زيادة صغيرة في نفس المدى من الجرعة.

(١١,٣,٣) تقييم التعرض Exposure Assessment

يهتم تقييم التعرض بتقدير نطاق تعرض الإنسان للمادة الكيماوية حيث يستخدم كل البيانات المتعلقة بتعرض السكان مثل بيانات الإنبعاث، قياس المادة في البيئة، معلومات عن المعلم الحيوي، مصير وانتقال المادة في البيئة، طرق التعرض وحركية المادة في الجسم.

(١ ,٣ ,٣ ,١١) التعرض الغذائي للمبيدات Dietray exposure

يُعد استهلاك المواد الغذائية والماء المحتوى على الملوثات البيئية من أهم مصادر تعرض الإنسان لعدد كبير من المبيدات ولذلك فمن المهم معرفة كمية ومصادر ومتغيرات التعرض الغذائي للملوثات البيئية والتي يعاني منها عدد كبير من الناس ودقة تقديرات التعرض الغذائي المحتملة من البيانات المتوفرة وإمكانية استخدام التعرض الغذائي في الدراسات الخاصة بكوارث التسمم وذلك لوصف التأثيرات الخاصة بمبيدات معينة أو مجاميع من المبيدات على صحة الإنسان. ويستخدم تقييم التعرض الكلي من الغذاء والمصادر الأخرى في تقدير الخطر ومقارنته بالمقدار المسموح به يومياً. وتعتبر متبقيات المبيدات في الغذاء والماء من أهم مصادر تعرض السكان في كثير من الأقطار مثل الأرجنتين، بنما، البرازيل، كوستاريكا، جواتيمالا، السلفادور والمكسيك والهند حيث وجد أن مركبات الهالوجين العضوية توجد في الأطفال الرضع بنسبة أعلى عدة مرات عن المقدار المسموح به يومياً والمقدرة بواسطة منظمة الأغذية والزراعة. كما وجدت نسب عالية من مركب DDE في ألبان الجاموس الهندي والذي يعكس وجود متبقيات مزمنة من مركب DDT، في حين أن وجود مركب TDE في هذه الألبان قد يعكس حدوث تلوث حديث ولذلك فهذه الحيوانات التي تنتج ألبان ملوثة بمستويات عالية من مركب DDE لابد من حجزها فترة طويلة بعد إزالة مصدر التلوث و قبل الحلب عن مثيلتها التي تنتج ألبانا ذات صفات مقبولة. من جهة أخرى تم تقدير التقارير الخاصة باستهلاك الأسماك لعدد كبير ولمناطق بولاية ميتشجان الأمريكية مختلفة وكذلك الأفراد المعرضة حيث وجد أن المدى المسموح به للأسماك (جم/ يوم) لأسماك بحيرة ميتشجان هو ٤-٢٣ للكلوردين، ١٣-٥١ لمركب DDT، ١٤-١٦ للدايلدرين، أما التقارير الخاصة باستهلاك أسماك النهر الأسود قد سمحت باستهلاك متكرر (ربما وجبة واحدة/ شهر) بسبب انخفاض مستويات التلوث.

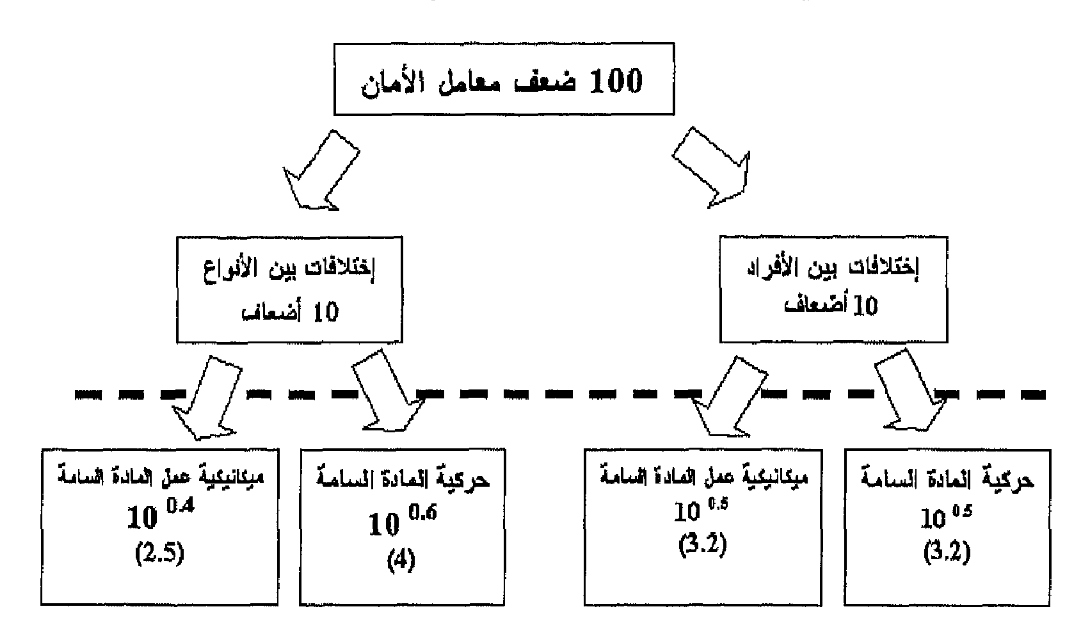
وفي المكسيك تم تحليل ٤٣٩ عينة غذائية في الفترة ما بين فبراير ١٩٩٣م وحتى مارس ١٩٩٥م حيث وجد أن ١٤٦ عينة تحتوي على عديد من متبقيات مبيدات الكلور العضوية والفوسفور العضوية وأن العينات التي تحتوي على مركب DDT ونواتج هدمه هي أساساً اللحوم ومنتجات الألبان. كما وجد أن ٤٣,٥٪ من عينات الألبان(٨٦/ ٢٠٢) تحتوي على مركبات p,p'-DDT, DDE و p,p'-TDE، وأن مستويات مركب DDT تتراوح بين ٠,٠١ إلى ٠,٠٨٢ جزء في المليون. كما أن مستويات من مركبات p,p'-DDT و DDE تراوحت بين ٠,٠١ إلى ٠,٠٦ جزء في المليون لثلاثين عينة من اللحوم (٣٠٪) ولذلك اقترح بإنه عند تفسير المعلومات الخاصة بمتبقيات مركب DDT ونواتج هدمه في الأغذية المكسيكية لابد من الحذر وذلك لإنه من المحتمل أن تكون هذه النتائج غير ممثلة لمستويات التلوث الحقيقية بمركب DDT.

ففي الولايات المتحدة الأمريكية تم تقدير متوسط التعرض اليومي من الغذاء لإحدى عشر ملوث و تشمل أربعة عناصر ثقيلة (الزرنيخ، الكادميوم، الرصاص والزئبق) وثلاثة مبيدات فوسفورية (الكلوربيروفوس، الدايازينون و الملاثيون) وأربعة مبيدات من مجموعة الكلور العضوية (الدايلدرين، p,p'-DDE، لندين وهيبتاكلور إيبوكسيد) لحوالي ١٢٠٠٠٠ شخص أمريكي وذلك بجمع بيانات عن النشرة السنوية للغذاء والتي تقاس من الاستبيان الخاص بتكرار الغذاء مع بيانات متبقيات الملوث في الأغذية. وقد وجد اختلاف عالي بين الأفراد للتعرض الغذائي لهذه الملوثات والذي يتراوح قيمته بين ٢-٣ مرات، بينما إختلاقات التعرض بين طبقات الأفراد للمعادن الثقيلة والمبيدات الفوسفورية والكلور العضوية قوية الارتباط. كذلك وجد أن هناك نسبة من الأفراد قد تناولت كميات من هذه المركبات (مثل الزرنيخ والدايلدرين) أعلى من المقاييس المقدرة بواسطة وكالة حماية البيئة. ولذلك فإنه قبل استخدام تقييم التعرض الغذائي المزمن فمن الضروري أن يتم مقارنة مقاييس التعرض بالدلائل البيولوجية للتعرض، كما إنه يمكن استخدام مقادير التعرض الغذائي من الاستبيانات الخاصة بالغذاء في الدراسات الخاصة بانتشار كوارث التسمم.

هذا وتعتبر بيانات دراسات السمية أساسية عند تقييم أي مبيد فهي يجب أن تتعرف على التأثيرات العكسية المحتملة للمركب مع تقدير الجرعة التي يحدث عندها هذه التأثيرات وكذلك تقدير مستوى الجرعة التي لا تحدث أي تأثيرات. كما أن بيانات هذه الدراسات المستخدمة في تقييم الخطر مأخوذة من دراسات صممت على حسب المقاييس الدولية المقبولة والتي فيها يتم تحديد أقل احتياجات للأداء المقبول. بالاضافة إلى ذلك فإن الهيئات التنظيمية الدولية تحتاج إلى تقديرات وتحليلات وتجارب تم تصميمها تبعاً لأداء المعمل الجيد Good Laboratory Practices والتي تشمل صفات وضمان الجودة حتى يمكن استخدامها في صنع القرارات. وتشمل الأنواع المختلفة من دراسات السمية دراسات على التأثيرات الحادة والتي تشمل التأثيرات على الجلد والأغشية المخاطية، دراسات طويلة الأجل على التأثيرات المزمنة والتي تشمل التأثيرات السرطانية الناتجة عن التعرض اليومي المتكرر، دراسات التأثير على التكاثر على الأقل لجيلين ودراسات خاصة بتشوه الأجنة وعلى المادة الوراثية بالاضافة إلى دراسات على الامتصاص والتحولات الحيوية والتوزع والإخراج. وتتضمن هذه الدراسات أيضاً التأثيرات على الجزيئات الكبيرة مثل الحامض النووي DNA والأنزيمات والعوامل الكيموحيوية الأخرى.

وعادة تكون بيانات السمية والمستخدمة في تقييم الخطر مستنبطة من حيوانات التجارب وكذلك من الدراسات التي تتم خارج جسم الكائن الحي *in vitro*، وإذا ما توافرت البيانات الخاصة بالإنسان مثل التعرض الوظيفي أو العرضي فإنها سوف تكون ذات أهمية كبيرة في تفسير النتائج. ومن هذه البيانات يتم تقدير مستوى التأثير غير الملاحظ أو مستوى التأثير العكسي غير الملاحظ NOAEL وهي تعتبر أعلى جرعة يومية والتي لا تحدث أي تأثيرات ظاهرة أو عكسية في معظم حيوانات التجارب الحساسة. وعند تقدير الحد المسموح به يومياً ADI للإنسان فان قيمة مستوى التأثير غير الملاحظ تتناقص بواسطة معامل الأمان والذي يضع في اعتباره عدم التأكد لنتائج التقديرات وكذلك الاستنتاجات من حيوانات التجارب للإنسان والاختلافات في الحساسية

وفترة العمر داخل الأفراد. وكما هو موضح بالشكل رقم (٨ , ١١) عندما تكون بيانات السمية كافية فإنه عادة ما يستخدم معامل الأمان ١٠٠ (المعامل ١٠ للاختلافات بين الأنواع و المعامل ١٠ للاختلافات داخل الأنواع). ويستخدم في بعض الأحيان عوامل أمان أخرى كما في حالات وجود تأثيرات بيولوجية خطيرة أو عند وجود عدم التأكد في التقييم. فيستخدم على سبيل المثال معامل الأمان الذي يساوي ١٠٠٠ أو أكبر أحياناً في حالة تعذر تقدير مستوى التأثير العكسي غير الملاحظ وفى بعض الأحيان يستخدم اقل مستوى للتأثير العكسي الملاحظ لتقدير الحد المسموح به يومياً.



الشكل رقم (٨ , ١١). انقسام ١٠٠ ضعف معامل الأمان

ويغطي الحد المسموح به يومياً المقدار المأخوذ خلال فترة العمر (ADI) ويعرف على إنه الكمية المأخوذة يومياً من المركب والتي ليس لها تأثيرات عكسية على الصحة ويعبر عن هذا المقدار بوحدات ملليجرام/ كجم من وزن الجسم/ يوم. من ناحية أخرى يعتمد تقدير الحد الأقصى للمتبقيات (MRL) على التطبيق الزراعي المناسب (Good Agriculture Practice) حيث يتم رش حقول التجارب بالمبيدات و التركيزات وموتورات الرش الموصى بها على المحاصيل التي تم زراعتها بالطرق الموصى بها

ثم تقدير المتبقيات، علاوة على ذلك تستخدم تركيزات مرتفعة من المبيد وذلك لتقدير أقل كمية من المتبقيات من المحتمل تواجدها. ولا يتم تشريع الحد الأقصى للمتبقيات عند مستوى أعلى من المطلوب حتى لو كانت قيمة المقدار المسموح به يومياً تسمح بوجود محتوى عالي من المتبقيات وهذا يعني أن قيمة الكمية المأخوذة من معظم المبيدات أقل من قيمة المقدار المسموح به يومياً. و في حالة تقييم الخطر على الصحة فإن الكمية الكلية المأخوذة من المبيد يتم حسابها كما لو كان التركيز في كل الأغذية المحسوب لها قيمة الحد الأقصى للمتبقيات لكل مكون على حده. هذا يعني أن زيادة الحد الأقصى للمتبقيات في مكون واحد لن يؤدي إلى زيادة قيمة الحد المسموح به يومياً حيث أن مواد غذائية كثيرة عادة لا يمكن الكشف عن المتبقيات بها.

(٢ ,٣ ,٣ ,١١) المعلم الحيوي لتقييم الخطر

في السنوات الأخيرة زاد الاهتمام بما يعرف بالمعلم الحيوي Biomarker وهو إما معلم بيولوجى أو كيموحيوى أو جزيئي والذي يمكن قياسه بالطرق الكيماوية أو الكيموحيوية أو الجزيئية البيولوجية. ويقسم المعلم الحيوي إلى ثلاثة أنواع هي المعلم الحيوي الخاص بالتعرض والتأثير والحساسية وقد يحدث تداخل لأنواع المعلم الحيوي فمثلاً بعض أنواع المعلم الحيوي الخاص بالتعرض مثل تكوين ناتج إضافة للحامض النووي DNA قد تعتبر أيضاً من أنواع المعلم الحيوي الخاص بالتأثير.

ويوضح الشكل رقم (٩ , ١١) مصير والتفاعلات التي تحدث لمادة غريبة عند دخولها جسم الإنسان وكذلك أنواع الاختبارات المتاحة لتقدير مدى تعرض الإنسان. فعند امتصاص المادة الكيماوية وتوزعها خلال البلازما فإنها ترتبط بالهدف الجزيئي سواء مباشرة أو بعد تنشيطها عن طريق الهدم ثم تحدث سلسلة من التغيرات الكيموحيوية والفسيولوجية والتي تحفز حدوث أعراض ظاهرية ومورفولوجية. ولذلك يمكن تقدير تعرض الإنسان في أي مرحلة من هذه العملية.

حركية المادة السامة Toxicokinetics	ميكانيكية إحداث الفعل السام Toxicodynamics	التأثيرات السامة Toxic Effects
الامتصاص	← الارتباط بهدف غير حيوي	← لا يوجد تأثير
تخزين إخراج	↓	
عدم تنشيط	تغيرات كيموحيوية وفسيولوجية	← لا يوجد تأثير
الامتصاص ← التوزيع		
	تغيرات كيموحيوية وفسيولوجية	
تنشيط	↑	
	← الارتباط بهدف حيوي	← تأثير سام
اختبارات التعرض	اختبارات التعرض والتأثير	التقييم السريري

الشكل رقم (٩ , ١١). مصير وتفاعل مادة غريبة Xenobiotic في جسم الإنسان وأنواع الاختبارات المتاحة لتقدير مدى تعرض الإنسان

ويُعد قياس المركبات السامة ونواتج هدمها في السوائل البيولوجية من أحسن أنواع المعلم الحيوي الخاص بالتعرض حيث تعطى دلالة حقيقية للتعرض. ويمتاز المعلم الحيوي المثالي بتخصصه ويمكن تقدير آثار صغيرة منه بتكاليف قليلة و هو مرتبط كمياً بحالات ما قبل التعرض. فمثلاً قياس ارتباط المادة السامة بالهيموجلوبين يعتبر معلم جيد لقياس الجرعة الداخلية المتراكمة نتيجة تكرار التعرض وذلك لأن فترة حياة كرات الدم الحمراء في الإنسان طويلة (حوالي أربعة شهور)، بينما ارتباطها بالألبيومين يعكس التعرض الحديث وذلك لأن فترة حياة الألبيومين في الدم قصيرة (حوالي٢٠-٢٥يوماً). وقد استخدم قياس نواتج الإضافة للهيموجلوبين لرصد متبقيات المبيدات التي تضيف مجموعة آريل أمين للهيموجلوبين في المواد الغذائية. من جهة أخرى يعكس المعلم الحيوي الخاص بالتأثير التحورات الكيموحيوية المبكرة والتي تسبب أضرارا وظيفية وتركيبية. ولذلك فمن الضروري معرفة ميكانيكيات

إحداث الفعل السام حتى يمكن تطوير معلم حيوي متخصص. ومثل هذه الأنواع من المعلم الحيوي والذي يعكس التغيرات المبكرة والعكسية يمكنها أيضاً أن تعكس الاستجابات اللاحقة. ويعتبر قياس أنزيم الأسيتايل كولين إستيريز في كرات الدم الحمراء من أقدم وأحسن الطرق للكشف عن سمية المركبات الفوسفورية. فقد وجد أن قياس هذا الأنزيم في كرات الدم الحمراء يعكس ما يحدث في المخ والحجاب الحاجز عما لو تم تقدير هذا الأنزيم في البلازما.

أيضاً وجد أن مركبات الليبتوفوس، EPN، سيانوفنفوس، الترای كلورنات والثاليسون لها القدرة على تحفيز عدم تنسيق الحركات العضلية الإرادية بطريقة عكسية في كل من الدجاج والفئران والخراف، كما وجد أن تثبيط أنزيم الأسيتايل كولين إستيرير مسئول عن السمية الحادة لهذه المركبات في حين تثبيط أنزيم السمية العصبية مسئول عن حدوث الشلل ولذلك يمكن استخدام أنزيم السمية العصبية كطريقة قياسية للكشف عن السمية العصبية المتأخرة. ولذلك فان القياس الدقيق لأنزيم الكولين إستيريز يمكن الاستفادة به في قياس التعرض لمستوى منخفض في الدراسات الخاصة بكوارث التسمم. وقد أوضحت بعض الدراسات انخفاض مستوى أنزيم الكولين إستيريز في السكان الذين يقطنون بالقرب من حقول قطن ترش باستمرار بالمركبات الفوسفورية كما وأن تقدير الألكيل فوسفات في البول يعتبر ذو دلالة عالية الحساسية للتعرض للمركبات الفوسفورية ومرتبط بأعراض التسمم. من جهة أخرى تم مقارنة تثبيط أنزيم الأسيتايل كولين إستيريز في كرات الدم الحمراء لكل من الإنسان والفئران بواسطة الكارباريل والكاربوفيوران باستخدام ثابت ميكائيليس، السرعة القصوى، التركيز اللازم لتثبيط ٥٠٪ من نشاط الأنزيم وكذلك معدل ثابت التثبيط فوجد أن بالرغم من وجود اختلافات طبيعية في حركيات تحلل مادة التفاعل بين أنزيم الأسيتايل كولين إستيريز الموجود في كرات الدم الحمراء للإنسان والفئران إلا أن حركيات التثبيط خارجياً بواسطة الكارباريل والكاربوبوفيوران والمقدرة من معدل ثابت التثبيط إلى حد كبير متشابهة بين النوعين ويمكن استخدامها في تقييم الخطر على الإنسان.

هذا وقد تم إنشاء جهاز ضوئي حساس للمركبات المثبطة لأنزيم الأسيتايل كولين إستيريز وذلك بتثبيت صبغة فلوروسينية وأنزيم الأسيتايل كولين إستيريز مفصول من سمك الرعاش على ألياف من الكوارتز وقد وجد أن هذا الجهاز يستطيع أن يتعرف على تركيزات من المركبات الكارباماتية مثل البنديوكارب والميثوميل وكذلك بعض المركبات الفوسفورية مثل الايكوثيوفات والبارا أوكسون في حدود النانوجزيئي إلى الميكروجزيئي، أما مركبات الملاثيون والباراثيون والداى كروتوفوس لم يتم التعرف عليها حتى عند وجود تركيزات تصل إلى النانوجزيئي، إلا أن التعرض لفترة طويلة أو تحويل هذه المركبات إلى المشتقات الأكسجينية قد يحسن من حدود الكشف. ويمتاز هذا الجهاز بحساسية عالية وسرعة الأداء وإعادة استخدامه مرة أخرى وسهولة تشغيله ويمكن حمله وهذا يسهل من إمكانية استخدامه ميدانيا. ويمكن القول بان قياس أنزيم الأسيتايل كولين إستيريز في الدم مازال المعلم الحيوي الجيد للتعرض ومعرفة تأثير مركبات الفوسفور العضوية تحت ظروف التسمم الحاد والمزمن.

من ناحية أخرى اقترح استخدام أنزيم السمية العصبية في الأنسجة الليمفاوية كأداة لرصد السمية العصبية المتأخرة حيث أن حساسية هذا الأنزيم لعديد من المركبات الفوسفورية تتشابه لما يحدث للأنزيم الموجود في الجهاز العصبي. ومن أمثلة ذلك إمكانية استخدام أنزيم السمية العصبية في الأنسجة الليمفاوية للتنبؤ بحدوث سمية عصبية متأخرة كما في الحال عندما حدوث تسمم بمركب الكلوربيروفوس حيث كانت نسبة تثبيط هذا الأنزيم ٦٠٪. ولتقييم خطر السمية العصبية المتأخرة نتيجة التعرض فمن المفيد تقدير القدرة بالتأثير بدراسةالأكسجينى لتثبيط أنزيم السمية العصبية المتأخرة ضد أنزيم الأسيتايل كولين إستيريز أو يمكن استخدام معدل التثبيط.

(٣,٣,٣,١١) حركية المبيدات وعلاقتها بتقييم الخطر

تشمل الاختبارات التي تفسر حركية المواد السامة قياس المركب أو نواتج هدمه في سوائل الجسم ويمكن تقدير التعرض للمبيدات بهذه الطريقة معتمداً فقط على مدى توافر الطرق التحليلية مثل أجهزة التحليل الكروماتوجرافي بالسائل HPLC

أو جهاز التحليل الكروماتوجرافي بالغاز GC. كما يسمح فهم ميكانيكية إحداث الفعل السام ومدى توافر المعلم الحيوي الخاص بالتأثير بدراسة العلاقات الكمية بين تركيز المركب أو نواتج هدمه في سوائل الجسم والتأثيرات على الهدف الحيوي.

من المعروف أن معظم المركبات الفوسفورية العضوية يتم تنشيطها إلى المشابهات الأكسجينية بأكسدتها وإزالة ذرة الكبريت والتي تتم بواسطة أنزيم السيتوكروم Cytochrome P_{450}، وعلى حسب معدل فسفرة أنزيم الأسيتايل كولين إستيريز فان نسبة من المركب وكذلك المجموعة المهاجرة يتم تحريرها ثم إخراجها من الجسم. وتقوم الأنزيمات المحللة للإستر (الأنزيم المحلل للباراأكسون Paraoxanase و الأنزيم المحلل لإستر الكربوكسيل Carboxylesterse) وكذلك أنزيمات السيتوكروم والجلوتاثيون-أس-ترانسفيريز بإزالة سمية المركب الأصلي ومشتقه الأكسجيني. ويمكن تقدير بعض نواتج الهدم والناتجة عن تحلل الباراثيون كمياً مثل مجموعة البارانيتروفينول (p-nitrophenol) وكذلك الألكيل فوسفات في البول والتي تعتبر دلالة على التعرض للباراثيون.

ويعتبر التعرض عن طريق الجلد من أهم مصادر التعرض الوظيفي بينما التعرض عن طريق التنفس أقل شيوعاً إلا في حالة التعرض للإيروسولات أو المساحيق أو الأبخرة المركزة أو العمل في مكان مغلق أو أن المبيدات تكون على صورة غازية على درجة حرارة الغرفة أو التلامس مع الماء كما هو الحال في المدخنات. كما أن الامتصاص الجلدي الناتج عن الانجراف قد يشارك في التعرض، ولذلك عند تقييم تعرض السكان فمن الضروري رصد المتبقيات المستنشقة. أما في المتجمعات الزراعية فإن دراسات قليلة اهتمت بتقدير طرق التعرض هذه المتجمعات من خلال الجلد أو استنشاق الإيروسول الناشىء عن الانجراف من الحقول المجاورة على الرغم من أن الدراسات الحديثة قد أثبتت أن الامتصاص الجهازي للمبيدات أدى إلى انخفاض نشاط أنزيم الأسيتايل كولين إستيريز للأفراد المعرضين لمركبات الفوسفور العضوية. وتعتبر البيانات الخاصة

بالامتصاص الجلدي من أهم المستلزمات الخاصة بتسجيل المبيدات في أمريكا. كذلك من المهم تقدير التعرض لمستخدمي المواد الفعالة من المبيدات والتي تحدث تأثيرات عكسية خطيرة خاصة التأثيرات المزمنة حتى يتم عمل تقييم ذو معنى مع تقليل المخاطر. كما أن تحليل الوسائد الرقيقة والتي توضع في أماكن مختلفة من الجسم قد تعطى تقديرات مرتفعة من التعرض عكس إذا تمت هذه التجارب على الإنسان أو الأوليات. و قد تم مقارنة امتصاص عدد من المبيدات المعلمة أي التي تحتوي ذرة كربون ذات نشاط إشعاعي (Labeled pesticides) والتي لها مدى واسع من الخواص الفيزيقية والكيماوية والتي يمكن غسيلها من الجلد أو امتصاصها خلال مدة قدرها ٢٤ ساعة. و قد وجد إنه خلال فترة زمنية تتراوح بين ٤-٢٤ ساعة من معاملة الجلد خارجياً فإنه يمكن التنبؤ بالامتصاص الذي يحدث داخلياً بمعامل يتراوح بين ٢-٣ ولذلك يمكن استخدام الطرق التي تتم خارج جسم الكائن الحي *in vitro* في عمليات تقييم خطر التعرض للمبيدات والمواد الكيماوية الأخرى.

ففي دراسة تمت على بعض العمال المعرضين وظيفياً للمبيدات الفوسفورية خلال تأديتهم لأنشطة مختلفة من العمليات الزراعية مثل غمر الأغنام في المبيدات أو تجهيز المبيدات تم أخذ ٤٠٠ عينة بول من العمال بهدف تحليلها حيث وجد أن تقدير مجموعة الألكيل فوسفات في البول تعتبر طريقة حساسة لرصد التعرض الوظيفي لعديد من المركبات الفوسفورية وقد تم رصد مستويات منخفضة من نواتج الهدم لا يمكن تتبعها عن طريق قياس الانخفاض في نشاط أنزيم الأسيتايل كولين إستيريز. وفي دراسة أخرى تم التحقق من معدل هدم مركب الأيزوفينفوس وتحوله إلى المشابه الأكسجيني ونواتج أخرى بواسطة أنزيمات السيتوكروم في كبد الفئران، خنازير غينيا، القرود، الكلاب والإنسان وذلك لحساب قيم ثابت ميكائيليس K_m والسرعة القصوى v_{max} و وجد أن قيمة السرعة القصوى لتحول الأيزوفينوفوس إلى المشابه الأكسجيني للقرود أعلى عن قيمتها في خنازير غينيا، الفئران، الكلاب والإنسان،

على التوالي. أما أعلى قيمة لثابت ميكائيليس كانت للقرود ثم الإنسان ثم الفئران ثم الكلاب. وقد اقترح أن سمية مركب الايزوفينوفوس على الحيوانات أكبر عن الإنسان وأن قيم السرعة القصوى وثابت ميكائيلس قد تستخدم لإيجاد النموذج الفسيولوجي المعتمد على حركية المركب/ الفسيولوجي المعتمد على ديناميكية المركب physiological based pharmacokinetic (PB-PK)/physiologically based pharmacodynamic (PB-PD) model وذلك للتنبؤ بمصير وسمية الأيزوفينوفوس على الحيوانات والإنسان. والجدير بالذكر أن المبيدات التي تتراكم وتتزايد في كميتها تمثل خطورة للأنواع التي تستهلكها، كما وأن مقدار ما تساهم به هذه العمليات لإحداث السمية يعتمد على المستوى الموجود في الغذاء وكذلك مرحلة العمر والحالات الفسيولوجية التي تحفز حركة الدهون (مثل الحمل، الرضاعة و وضع البيض) والقدرة على التكاثر.

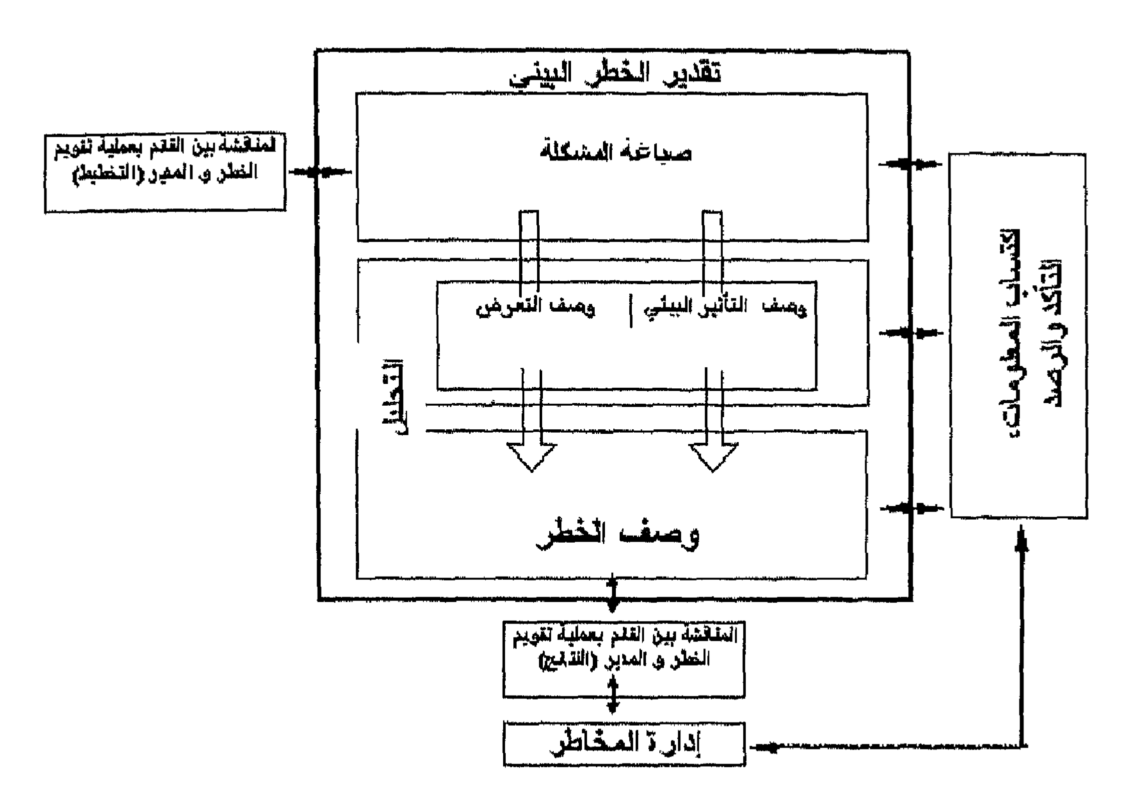
ويُعد مركب DDT أحد المركبات التي تتراكم في السلسلة الغذائية ويمكنه أن ينتقل من الأمهات إلى الأطفال عن طريق الرضاعة. و تصل مستويات مبيد DDT في لبن الأمهات أكبر عشرة مرات عن نظيره في الأبقار. كما وجد أن مركب DDT يتم احتجازه في مخ الفئران عند معاملة الفئران عند عمر عشرة أيام بدرجة أكبر عن المراحل الأخرى. ولأن مركب DDT وناتج هدمه الأساسي DDE له قابلية للذوبان في الدهون فإنه يتراكم داخل الجسم ولذا فقد تم رصده في المصل والأنسجة الدهنية ولبن الثدي في الإنسان. وتبلغ قيمة فترة نصف العمر ($t_{1/2}$) لمركب DDT في الأنسجة الدهنية ٧,٥ سنة، بينما كميته في المصل تعتمد على مستوى الدهون في الدم حيث تبلغ النسبة ما بين مستويات مركب DDT في الأنسجة الدهنية والدم ٣٠٠ إلى ١ ولذلك يعتبر وجود مستويات من DDE في الكائن الحي دليل بيولوجي جيد للتعرض المزمن لمركب DDT. هذا و قد وجد أن كمية مركب DDE المتراكمة في الأنسجة الدهنية ولبن الثدي بلغت ٦,٦٦ جزء في البليون، ٠,٥٩٤ جزء في المليون، على التوالي.

(٤ , ٣ , ١١) وصف معالم الخطورة Risk Characterization

يُعد وصف الخطر هو المرحلة الأخيرة في عملية تقييم الخطر حيث يتم تقدير مقاييس صحة الإنسان والتأثيرات البيئية والتعرف على الأنواع المحتمل تعرضهم للخطر مع وصف للمناطق المعرضة للخطر والقيود و الافتراضات.

(١ , ٤ , ٣ , ١١) تأثير المبيدات على الكائنات الحية غير المستهدفة

تحتل المبيدات موقع فريد بين المواد الكيماوية العديدة والتي يواجهها الإنسان يومياً والتي يستخدمها في البيئة لهدف معين وقد يكون فعلها ذو تخصص عالي للآفات غير المرغوب فيها، إلا أن معظم المبيدات ليس لها تخصص عالي لعديد من الأنواع غير المستهدفة مثل الإنسان وأنواع أخرى من الكائنات الحية التي تعيش في البيئة. ويهدف تقييم الخطر البيئي إلى تقدير احتمال حدوث تأثيرات عكسية على البيئة والناتجة عن أي عامل كيماوي أو طبيعي أو بيولوجى (مثل المبيدات) والذي يحفز حدوث تأثيرات عكسية على المكونات المختلفة (الأفراد، السكان، المجتمعات أو الأنظمة البيئية). وقد تؤثر هذه المبيدات على الكائنات الحية غير مستهدفة عن طريق التلامس المباشر أو من خلال انتقالها من أماكن تطبيقها إلى الأوساط المختلفة. ويعتمد بدرجة كبيرة مدى الانتقال خلال البيئة على الخواص الطبيعية والكيماوية للمبيدات. فقد وجد أن مثابرة المبيد في التربة وحركته وغسيله وتراكمه وتأثيره على الأحياء المائية غير المستهدفة مهمة عند تقييم الأمان للمبيد. ومن العوامل المؤثرة أيضاً عند تقييم الخطر للمبيدات معدل ووقت تطبيق المبيد، عمليات الإدمصاص في التربة، الامتصاص بواسطة النباتات، التطاير، التحولات التي تحدثها الكائنات الحية الدقيقة وكذلك الصفات الكمية لمياه الشرب. ويوضح الشكل رقم (١٠ , ١١) نظام تقييم المخاطر البيئية وهذا النظام مشابه للنظام المستخدم في تقييم المخاطر لصحة الإنسان إلا إنه يختلف عنه في أن تقييم مخاطر البيئة يضع في الاعتبار تأثيرات أخرى على نوع واحد من الأفراد وقد يختبر التجمعات السكانية أو النظام البيئي، كما إنه لا يوجد قيم فردية معينة للأمان يمكن تطبيقها.



الشكل رقم (١٠ , ١١). إطار تقييم الخطر البيئي.

ومن المعروف إنه من الصعب تقدير المخاطر للسكان من الدراسات الخاصة بكوارث التسمم وذلك بسبب طبيعة تعرض البيئة لمادة كيماوية معينة وكذلك الاختلافات في الاستجابة بين الأفراد ولذا يمكن التنبؤ بالخطر من التحولات التي تحدث للمركب في البيئة والانتقال وميكانيكيات التعرض واحتمالات الاستجابة البيولوجية. فالمركبات التي تتحطم بسهولة وتنبعث على فترات فان الخطر البيئي قد يرتبط بالوقت اللازم لانخفاض تركيز المركب إلى مستوى لا يسبب تأثير على معظم الأفراد (٩٥٪ من الأنواع). فعندما تم تطبيق مركب DDT في برامج مكافحة البعوض في المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية نجد أن الكائنات الحية في مناطق القطب الشمالي قد تأثرت بفعل هذا المبيد و متبقياته التي قد تتواجد في الطين والمياه السطحية وقد تستهلكها الكائنات النباتية الحية وكذلك الأسماك التي تتغذى على النباتات وهذه الأسماك يتغذى عليها أسماك أخرى والتي قد تهاجر إلى مناطق

أخرى ثم يتغذى على هذه الأسماك الطيور الموجودة في مناطق القطب الشمالي مثل الصقور والنسور حيث تصبح التركيزات من المبيد أو نواتج هدمه كافية لأن تؤثر على تكاثر الطيور.

وقد تبين حدوث تأثيرات ضارة على تكاثر الكائنات البرية نتيجة وجود المواد الكيماوية في البيئة والمسببة لحدوث خلل في الغدد الصماء. فعلى سبيل المثال تم تقدير مقاييس التكاثر للصقور الأمريكية بعد التعرض لمركب الدايكوفول وذلك بمعاملة الغذاء بتركيزات صفر، ١، ٣، ١٠ و٣٠ ميكروجرام/ جم. فقد وجد أن مبيد الدايكوفول قد أضعف من سمك غلاف البيض وأخفض معامل السمك عند تركيز أعلى من ٣ ميكروجرام/ جم، كذلك تأثر سمك الغلاف والوزن عند تركيز أكبر من ١٠ ميكروجرام/ جم. كما وجد أن الدايكوفول قد أحدث تغيرات في غلاف البيضة مشابهة أو أقل عن مركب DDE. ومن ذلك يجب أن تشمل الدراسات الحقلية تقدير متبقيات الدايكوفول في السلاسل الغذائية والتركيزات في البيض ونجاح عملية التفريخ من المناطق التي يستخدم فيها الدايكوفول بشدة حتى يمكن الحكم على التأثيرات البيئية لهذا المركب. أيضاً تم دراسة التأثير الموسمي لمبيد الباراثيون على طيور الزرزور الأوربية. فقد وجد أن الباراثيون ذو سمية عالية في المناخ الحار حيث تكون الحرارة شديدة والمناخ جاف ولذلك فإن دراسات السمية الموسمية لابد وأن تتضمن قياس الحساسية (التعرض الحاد عن طريق الفم) للتنبؤ بالتركيزات التي ليس لها تأثير على الطيور. هذا وتؤثر المبيدات الحشرية أساسا على تعداد الحياة البرية عن طريق تأثيرها على الحشرات والتي تتغذى عليها الطيور، بينما تؤثر مبيدات الحشائش على تعداد الحياة البرية بعدة طرق مثل تقليل تواجد اللافقاريات وذلك بإزالة النباتات التي تعتمد عليها اللافقاريات كمصدر للغذاء و تقليل الغذاء الأساسي للأنواع الآكلة للحبوب وكذلك تقليل الأعشاش. وتعتبر النتائج طويلة المدى للتأثيرات البيئية غير المباشرة ذو أهمية كبيرة على الرغم من أن دراسات قليلة جداً قد اهتمت بها ولم يتم دمجها عند تقييم الخطر. كذلك أوضحت

الدراسات أن هناك احتياج لتصنيف وترتيب مخاطر السمية البيئية لمبيد ما تحت اعتبارات معينة من الظروف المحلية وعلاقتها بتلوث المياه الجوفية ونفاذية التربة والمناطق المعرضة لخطر كبير وذلك للكائنات الأرضية والمائية.

أيضا تم مقارنة الحد الأقصى للتعرض والذي يمكن تحمله (MTEL) والمحسوب من تجارب السمية بمستويات التعرض البيئي (EEL) والمحسوبة باستخدام نموذج الحاسب الآلي لتعرض الإنسان لملوثات التربة (HESP) حيث وجد أن إذا كانت قيمة EEL تزيد عن قيمة MTEL في بيئة قياسية فإنه يجب قياس قيمة EEL الحقيقية وكذلك يجب إجراء تقييم للخطر لتقدير احتمال حدوث الضرر تحت الظروف المحلية.

كما يستخدم النظام الدقيق (وحدة حجمها ٣,١ لتر تحتوي كائنات مائية مثل الطحالب والكائنات الحيوانية) وكذلك النظام المتوسط (برك أو قنوات تحتوي على أسماك) في تقدير التأثيرات البيولوجية للمبيدات لإمكان استخدامها في تقييم الخطر. وقد أوضحت هذه الاختبارات حدوث تأثيرات مباشرة وغير مباشرة غالباً بعد اختفاء تأثير المبيد على الكائنات الحية غير المستهدفة وذلك باستخدام أنظمة تحتوي على الخواص الطبيعية والكيماوية، اختبارات السمية وكذلك الاختبار الحقلي الحقيقي. وتعتبر هذه الأنظمة غير فعالة لتقييم المخاطر البيئية للمبيدات ذات السمية الحادة العالية والتي لها مثابرة منخفضة في البيئة. وعند دمج الخطر البيئي في الاحتياجات الخاصة بتسجيل المبيدات فمن المؤكد إنها سوف تفيد في تقييم الأمان للزراعة والبيئة.

(٢,٤,٣,١١) العوامل الداخلية والخارجية المؤثرة على الخطر للإنسان

هناك عدد من العوامل التي تساهم بمدى واسع في حدوث الخطر وهى تشمل العوامل الداخلية مثل الاستعداد الوراثي، العمر (الأجنة أو الأطفال) والجنس. أما العوامل الخارجية فتشمل الغذاء، الحالات المرضية، المناخ وكذلك التعرض السابق. فحدوث خلل للغدد الصماء أثناء تطور المخ قد يغير السلوك بصفة دائمة، بينما تعرض مشابه للمخ المتكشف لا يتأثر حيث توجد فترات حرجة للحساسية لخلل الغدد الصماء والتي تختلف باختلاف الأعضاء والأنواع. كما أن التغير في النواحي الفسيولوجية أثناء

التطور قد يزيد من الحساسية للمركبات التي تسبب خلل للغدد الصماء. أيضاً يتأثر الأفراد البالغين سواء الذكور أو الإناث بالمواد التي تسبب خلل للغدد الصماء حيث أن الحالات الفسيولوجية (مثل الحمل المبكر) قد تزيد الحساسية. هذا و يعتبر الأطفال هم الأكثر تعرضاً للمبيدات بدرجة كبيرة في الغذاء وذلك بسب زيادة معدل استهلاكهم للغذاء الملوث بالمبيدات.

ويُعد أنزيم الكولين إستيريز دليلا جيدا للتعرض لمركبات الفوسفور العضوية ولكن هذا ليس صحيحا لكل المركبات الفوسفورية وذلك لأن أنزيم الكولين إستيريز في بلازما الدم يتأثر ببعض العوامل الخارجية (مثل العقاقير) أو بالحالات الفسيولوجية والمرضية (مثل الحمل وإصابة الكبد) أو بالاختلافات الوراثية التي قد تؤثر في مدى تأثر هذا الأنزيم حيث تم تسجيل بعض الشذوذ في أنزيم الكولين إستيريز في مصل الإنسان في فرد واحد فقط من بين ٣٥٠٠ فرد من منطقة القوفاز والذين لهم نفس الصفات الوراثية حيث وجد أن هناك استبدال في الموضع رقم ٧٠ في الحامض الأمينى (جليسين بدلاً من حامض الأسبارتك) وأن هناك استجابة شاذة لمادة السكسنيل كولين المسببة لاسترخاء العضلات. ومن العوامل المؤثرة أيضا للتسمم بالمبيدات الاختلافات الوراثية التي تحكم الأنزيمات المزيلة للسمية Detoxified Enzymes والارتباط غير المتخصص والتي تفسر الاختلاف بين الأفراد في حساسيتها لمثبطات أنزيم الكولين إستيريز، كما يوجد اختلافات في الأنزيمات المحللة للمركبات الفوسفورية والمعروفة باسم A-esterases والتي تقوم بإزالة سمية هذه المركبات. فعلى سبيل المثال وجد أن الأفراد الذين لهم نشاط منخفض من هذه الأنزيمات في المصل هم الأكثر حساسية للتأثيرات السامة للمركبات الفوسفورية.

وهناك عوامل أخرى قد تساعد على زيادة حدوث السرطان بين المزارعين مثل التعرض لفترات طويلة لأشعة الشمس حيث يزيد معدل تراكم مبيد DDT في الأنسجة في المناطق الاستوائية والمناطق ذات النشاط الزراعي العالي، نوعية الغذاء، مدى تلوث مياه الشرب والتعرض الوظيفي لعديد من المواد الكيماوية الضارة والعوامل البيولوجية.

ولذلك فان التعرض لمثل هذه العوامل غير الكيماوية قد يحدث تأثير عكسي على الجهاز العصبي فيؤدي ذلك إلى تأثيرات مشابهة لما تحدثه المواد التي تحدث خلل للغدد الصماء. أيضا الاختلافات الموسمية والجغرافية لمعدلات استهلاك الغذاء ربما بسبب الإمكانيات وأسعار السلع ومستويات المتبقيات قد تكون مهمة لتفسير الاختلافات بين الأفراد للتعرض الغذائي. كما وجد أيضاً ارتباط وثيق بين وجود مركب DDT في دم الأفراد الذين يأكلون سمك ملوث به وبين تناقص الوظائف المناعية وزيادة حدوث الإصابة المرضية بين الأفراد.

(٣, ٤, ٣, ١١) التعرض للمخاليط

يتعرض الإنسان على الأرجح إلى مخاليط من المواد الكيماوية بدرجة أكبر عن تعرضه لمركب واحد تحت معظم الظروف البيئية والوظيفية. فكثير من هذه المواد الكيماوية الموجودة في المخاليط تذيب الدهون الموجودة في الطبقة القرنية للجلد وبالتالي تساعد على الامتصاص خلال الجلد أو إنها قد تزيد أو تثبط تكوين المتبقيات السامة ونواتج الهدم سهلة الامتصاص. و لذلك يجب على القائم بعملية تقييم الخطر أن يضع في إعتباره العوامل المؤثرة على السمية (التداخلات الكيميائية). وتعرف تداخلات السمية بإنها الحالة التي يكون فيها التعرض لمركبين أو أكثر والتي تؤدي من الناحية الوصفية والكمية إلى تغيرات بيولوجية نسبياً أعلى من المتوقع من وجود مركب واحد. وهذه التداخلات قد تؤدي تنشيط أو تثبيط التفاعلات.

وقد تتغير حركية وديناميكية المادة السامة تحت بعض الظروف عند التعرض للمخاليط كما هو الحال عند التعرض لشوائب ومخاليط المبيدات حيث تتأثر حركية المركب بشدة وبالتالي تتغير التأثيرات السامة. ومن أوضح الأمثلة على ذلك تثبيط ميكانيكيات إزالة السمية نتيجة وجود الشوائب في المركبات الفوسفورية وزيادة سرعة التحولات الحيوية نتيجة تحفيز أنزيمات الكبد ببعض المبيدات الكلورنية. من ناحية أخرى قد تتأثر ديناميكية المركب نتيجة التنافس على الهدف الحيوي كما في حالة بعض مركبات الكاربامات والتي تمنع حدوث السمية العصبية المتأخرة الناشئة عن مركبات الفوسفور العضوية.

من ناحية أخرى وجد أن سرعة هدم الباراثيون في معدة الفئران المعاملة باللندين ترجع إلى طول فترة بقاء الباراثيون أو زيادة نشاط الأنزيم المختزل لمجموعة النيترو في المعدة أو كليهما ولذلك فان زيادة نشاط هذا الأنزيم قد ترجع للتداخل بين اللندين والباراثيون ويمكن أن يؤثر على الميتابوليزم والسمية وكذلك تقييم الخطر لعديد من مركبات النيترو الموجودة في البيئة والتي تعتبر سامة ولها تأثير مطفر وسرطاني نتيجة اختزال مجاميع النيترو. كذلك أوضحت بعض الدراسات أن وجود المكونات الكيماوية على الجلد في صورة مخاليط قد يكون لها تأثيرا معنويا على مصير الباراثيون قبل نفاذه أو على صورة النفاذية/ التوزع أو على الميتابوليزم على الجلد وكذلك على صورة ما يحدث قبل الامتصاص عن طريق الجلد للباراثيون والعقاقير في المخلوط. ولذلك يجب الأخذ في الاعتبار تأثيرات التداخل العديدة لإمتصاص الباراثيون حتى يمكن التعرف على الميكانيكيات التي تؤثر على تقييم التعرض للمخاليط عن طريق الجلد. كذلك هناك بعض المركبات التي ليس لها القدرة على تثبيط مناطق اتصال الخلايا عند تركيز معين ولكن عند خلطها مع مركب آخر هو أيضا غير قادر على تثبيط هذه المناطق عند تركيز معين قد يحدث تداخل فيؤدي ذلك إلى التثبيط. ولأن الإنسان يتعرض لعديد من المركبات التي تشابه فعل الإستروجين في غذائه علاوة على حدوث اتحادات عديدة لهذه المواد في المخاليط التي لها قدرة على تثبيط مناطق اتصال الخلايا بينما المركب بمفرده لا يستطيع. و هذه المواد قد تحفز تكوين أورام سرطانية في الثدي وقد تشترك في مراحل عديدة لتكوين السرطان للإنسان.

(٤ , ١١) متطلبات تنظيم بيانات الأمان للمبيدات

هناك اختلاف أساسي بين المبيدات والمواد الكيماوية الأخرى، فالمبيدات مقبولة لدى السلطات لإستخدامها في إنتاج المحاصيل الغذائية وهذا يعني تواجد متبقيات بعض المبيدات مقبول تواجدها في الغذاء ولكن هذا لا يعني قبول وجود هذه المتبقيات في مكونات أخرى مثل ماء الشرب والهواء. ولقبول المبيد بواسطة الهيئات التنظيمية يقتضي ربط خطر الصحة مع التعرض للمركب لتقييمها بواسطة السلطات

التنظيمية. ويجتمع سنوياً الخبراء المتخصصين بمتبقيات المبيدات في الغذاء والبيئة من منظمة الأغذية والزراعة FAO مع نظائرهم من منظمة الصحة العالمية WHO حيث تكون مسئولية خبراء منظمة الأغذية و الزراعة إجراء مراجعة للاستخدام الجيد للمبيد وللبيانات الخاصة بكيمياء وتركيب المبيدات وطرق تحليل متبقياتها وكذلك تقدير الحدود القصوى MRLs لمتبقيات المبيدات بعد الاستخدام الجيد للمبيد، أما مسئولية خبراء منظمة الصحة العالمية تكون محصورة في مراجعة بيانات السمية والبيانات الأخرى المرتبطة بالمبيدات ولذلك لتقدير الحدود المسموح بها يومياً للإنسان ADI. ويوجد في كل دولة ما يسمى بهيئة المقاييس والمواصفات وهي التي تقرر المقاييس المحلية للغذاء والعلف.

الملاحق

الملحق رقم (١). معدلات استخدام المبيدات الموصى بها لمكافحة الجراد الصحراوي وسرعة فعلها

المبيد	الجرعة (جم مادة فعالة/ هكتار)				سرعة الفعل
	رش كامل (غطائي)		في حواجز (حوريات)		
	حوريات	حشرات كاملة	داخل الحاجز	مسافة كلية	
بنديوكارب	١٠٠	١٠٠			سريع (١-٢ ساعة)
كلوروبيروفوس	٢٢٥	٢٢٥			متوسط السرعة (٣-٤٨ ساعة)
دلتامثرين	١٢,٥×١٠^٤	١٢,٥			سريع (١-٢ ساعة)
دايفلوبينزيرون	٦٠	لا يطبق	١٠٠	٥	بطيء (أكبر من ٤٨ ساعة)
فينتروثيون	٤٥٠	٤٥٠	١٢,٥	٠,٦	متوسط السرعة (٣-٤٨ ساعة)
فيبرونيل	٤	٤			متوسط السرعة (٣-٤٨ ساعة)
لمدا-ثيهالوثرين	٢٠×١٠^٤	٢٠			سريع (١-٢ ساعة)
ملاثيون	٩٢٥	٩٢٥			متوسط السرعة (٣-٤٨ ساعة)
ميتاريزم	١٠٠	١٠٠			بطيء (أكبر من ٤٨ ساعة)
تيفلوبينزيرون	٣٠	لا يطبق	غير محدد		بطيء (أكبر من ٤٨ ساعة)
تراي فلوميورون	٢٥	لا يطبق	٧٥	٣,٧	بطيء (أكبر من ٤٨ ساعة)

يعتمد معدل الجرعة المستخدمة في كل المساحة المحمية على أساس حاجز الرش و قدره ٥٠ متر والمسافة الكلية بين مساحات الرش تساوي ١٠٠٠ متر (المساحة المرشوشة و غير المرشوشة).

الملحق رقم (٢). مستويات الضرر وفقاً لتصنيف منظمة الصحة العالمية (WHO)

مستوى الضرر	متوسط الجرعة القاتلة (LD_{50}) للفئران (مجم/ كجم من وزن الجسم)			
	عن طريق الفم		عن طريق الجلد	
	صلبة	سائلة	صلبة	سائلة
شديد الضرر جدا (Ia)	≥ ٥	≥ ٢٠	≥ ١٠	≥ ٤٠
عالي الضرر (Ib)	٥-٥٠	٢٠-٢٠٠	١٠-١٠٠	٤٠-٤٠٠
متوسط الضرر (II)	٥٠-٥٠٠	٢٠٠-٢٠٠٠	١٠٠-١٠٠٠	٤٠٠-٤٠٠٠
قليل الضرر (III)	≤٥٠١	≤٢٠٠١	≤١٠٠١	≤٤٠٠١
من غير المحتمل أن يسبب ضررا حادا (IV)	≤ ٢٠٠٠	≤٣٠٠٠	-	-

متوسط الجرعة القاتلة (LD_{50}) للفئران للمستحضر = (متوسط الجرعة القاتلة (LD_{50}) للفئران للمادة الفعالة × ١٠٠) / (النسبة المئوية للمادة الفعالة في المستحضر)

الملحق رقم (٣). تقسيم السمية الحادة للمبيدات تبعاً لتصنيف وكالة حماية البيئة الأمريكية

مؤشر الخطر	السمية الحادة لفئران التجارب			التأثير على العين	التأثير على الجلد
	متوسط الجرعة القاتلة (LD_{50}) عن طريق الفم (مجم/ كجم)	متوسط الجرعة القاتلة (LD_{50}) عن طريق الجلد (مجم/ كجم)	متوسط الجرعة القاتلة (LD_{50}) عن طريق التنفس (مجم/ لتر)		
مركبات شديدة السمية جداً (I)	≤٥٠	≤٢٠٠	≤٠,٢	تحدث تآكل بالعين- تلف بقرنية العين غير قابلة للإشتشفاء خلال ٧ أيام	تحدث تآكل للجلد
مركبات عالية السمية (II)	٥٠-٥٠٠	٢٠٠-٢٠٠٠	٠,٢-٢٠	تلف بقرنية العين قابلة للإشتشفاء خلال ٧ أيام- التهيج يدوم لمدة ٧ أيام	تهيج شديد للجلد بعد ٧٢ ساعة

تابع الملحق رقم (٣).

مؤشر الخطر	السمية الحادة لفئران التجارب			التأثير على العين	التأثير على الجلد
	متوسط الجرعة القاتلة (LD_{50}) عن طريق الفم (مجم/ كجم)	متوسط الجرعة القاتلة (LD_{50}) عن طريق الجلد (مجم/ كجم)	متوسط الجرعة القاتلة (LD_{50}) عن طريق التنفس (مجم/ لتر)		
مركبات متوسطة السمية (III)	٥٠٠-٥٠٠٠	٢٠٠٠-٢٠٠٠٠	٢-٢٠	عدم التأثير على قرنية العين – الاستشفاء من تهيج العين بعد ٧ أيام	تهيج متوسط الشدة للجلد بعد ٧٢ ساعة
مركبات منخفضة السمية (IV)	٥٠٠٠≤	٢٠٠٠٠≤	٢٠≤	عدم حدوث تهيج للعيون	تهيج معتدل أو خفيف للجلد بعد ٧٢ ساعة

الملحق رقم (٤). مقاييس و صف التأثيرات الضارة للمبيدات على الحشرات النافعة

دراسات معملية		دراسات نصف حقلية و حقلية	
نسبة التأثير	شدة التأثير	نسبة التأثير	شدة التأثير
<٣٠	غير ضار	<٢٥	غير ضار
٣٠-٧٩	قليل الضرر	٢٥-٥٠	قليل الضرر
٨٠-٩٩	متوسط الضرر	٥١-٧٥	متوسط الضرر
>٩٩	ضار	>٧٥	ضار

المراجع

أولاً : المراجع العربية

ب.م. سيمونز و ك. كريسمان (٢٠٠١). **الخطوط التوجيهية الخاصة بالجراد الصحراوي-١- البيولوجيا ووالسلوك**. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة - روما.

ب.م. سيمونز و ك. كريسمان (٢٠٠١). **الخطوط التوجيهية الخاصة بالجراد الصحراوي - ٥- تنظيم وتنفيذ الحملات**. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة - روما.

ب.م. سيمونز و ك. كريسمان (٢٠٠١). **الخطوط التوجيهية الخاصة بالجراد الصحراوي- الملاحق**. منظمة الأغذية و الزراعة للأمم المتحدة - روما.

ب.م. سيمونز و ك. كريسمان (٢٠٠١). **الخطوط التوجيهية الخاصة بالجراد الصحراوي -٤- المكافحة**. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة - روما.

جورج وير (٢٠٠٣). **كتاب مبيدات الآفات**. ترجمة : صالح بن عبدالله الدوسري، حمدي إبراهيم حسن، و على بن محمد السحيباني، النشر العلمي والمطابع، جامعة الملك سعود، الرياض.

حسن إبراهيم حسن الديب (١٩٩٠). **الفئران و طرق مقاومتها**. معهد بحوث وقاية النبات، مركز البحوث الزراعية، وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، جمهورية مصر العربية.

زيدان هندي عبدالحميد ومحمد إبراهيم عبد المجيد (١٩٨٨). **الاتجاهات الحديثة في المبيدات ومكافحة الحشرات. الجزء الأول : الاقتصاديات، التركيب، السلوك**. الدار العربية للنشر والتوزيع، مصر.

سليمان محمد الرحياني، محمد عبد العزيز الدغيري، وخالد أحمد عثمان (١٤٢٣هـ). «برنامج المكافحة المتكاملة لآفات النخيل» **نشرة فنية رقم ٧٨، جامعة الملك سعود**، فرع القصيم، كلية الزراعة والطب البيطري.

عبدالخالق حامد السباعي (١٩٦٥). **الكيمياء الطبيعية في تجهيز واستخدام مبيدات الآفات**. دار المعارف، مصر.

عبدالخالق حامد السباعي (١٩٦٦). **كيمياء وسمية مبيدات الآفات واختبارتها معملياً وحقلياً**. دار المعارف، مصر.

عبدالخالق حامد السباعي، جمال الدين طنطاوي، ونبيلة بكري (١٩٧٤). **أسس مكافحة الآفات**. دار المطبوعات الجديدة، مصر.

على تاج الدين (١٩٨١). **مبيدات الأعشاب والأدغال (الحشائش)**. دار المعارف، مصر.

مؤتمر مكافحة الجراد الصحراوى : **الاجراءات المتخذة والاجراءات الأخرى المطلوبة**. الدورة التاسعة والعشرون - روما - ٧-١٨/ ١١/ ١٩٩٧.

محمود زيد (١٩٦٣). **مقاومة الآفات**. دار المعارف، مصر.

المركز اللبناني للدراسات (١٩٩٨). **أبعاد، دور الأسمدة والمبيدات في تلويث البيئة والأغذية النباتية**، لبنان، بيروت.

ثانياً : المراجع الأجنبية

Acquavella, J.; Die, J.; Tomenson, J.; Chester, G.; Cowell, J; and Bloeman, L. (2003). "Epidemiologic studies occupational pesticide exposure and cancer: regulatory risk assessment and biological plausibility". Ann Epidemiol. 13: 1-7.

Ahmed, R.S.; Seth, V.; Pasha, S.T.and B.D. Banerjee (2001). Influence of dietary ginger (Zingibar officinales Tosc) on oxidative stress induced by malathion in rat. Toxicology, 38(5): 443-450.

Aldridge, W.N. and Barnes, J.M. (1966). Further observations on the neurotoxicity of organophosphorus compounds. Biochem. Pharmacol., 15: 541-547.

Aldridge, W.N. and Reiner, E. (1972). Enzyme Inhibitors as Substrates. Elsevier/North Holland Amsterdam.

Aldridge, W.N.; Miles, J.W.; Mount, D.L. and Verschoyle, R.D. (1979). The toxicological properties of impurities in malathion. Arch. Toxicol., 42: 95-106.

Al-Rehiayani, S.; Al-Doghairi, M.A.; Osman, K.A. and ElTayeb A. El-Hag (2002). Toxicity and biochemical effects of some insecticides on the fruit stalk borer, Oryctes elegans. J. Pest Cont. Environ. Sci., 10(2): 23-35.

Andersen, M.E. (1995). Development of physiologically based pharmacokinetic and physiologically based pharmacodynamic models for applications in toxicology and risk assessment. Toxicol. Lett., 79(1-3): 35-44.

Atkins, J. and Glynn, P. (2000). Membrane association of and critical residues in the catalytic domain of human neuropathy target esterase. The J. Biol. Chem., 275(32): 24477-24483.

Atkins, J.; Luthjens, L.H.; Hom, M.L. and Glynn, P. (2002). Monomers of the catalytic domain of human neuropathy target esterase are active in the presence of phospholipid. Biochem. J., 361(1): 119-123.

Ayotte, P.; Giroux, S.; Dewailly, E.; Hernandez Avila, M.; Farias, P.; Danis, R. et al., (2001). DDT spraying for malaria control and reproductive function in Mexican men. Epidemiology, 12: 366-367.

Babich, A. and Davis, D.L. (1981). Dibromochloropane (DBCP): A Review. The Science of the Total Environm., 17: 207-221.

Barber, D.; Correll, L. and Ehrich, M. (1999). Comparative effectiveness of organophosphorus protoxicant activating systems in neuroblastoma cells and brain homogenates. J. Toxicol. Environ. Health, 57(1): 63-74.

Barber, D.; Hunt, J. and Ehrich, M. (2001). Inhibition of calcium-stimulated ATPase in the hen brain P2 synaptosomal fraction by organophosphorus esters: relevance to delayed neuropathy. J. Toxicol. Environ. Health, 63(2): 101-113.

Bardin, P.G. and Van Eden, S.F. (1990). Organophosphate poisoning: grading the severity and comparing treatment between atropine and glycopyrolate. Crit. Care Med., 18: 956-960.

Barnett, A.R. and Grue, C.E. (1990). Toxicity of parathion to Copative European Starlings (Sturnus vulgaris)- absence of seasonal effects. Environ. Toxicol. Chem., 9: 1029-1033.

Barnthouse, L. W.; Suter, G.W.; Bartellm, S.M. and Hunsaker, C.T. (1991). Prospective advances in ecological risk assessments for pesticides. Pesticide Chemistry: Advances in International Research, Development, and Legislation: Proceeding of the 7th International Congress of Pesticide Chemistry, Hamburg, Germany, 5-10 August 1990.

Barril, J. and Vilanova, E. (1997). Reversible inhibition can profoundly mislead studies on progressive inhibition of enzymes: the interaction of paraoxon with neuropathy target esterase. Chem.-Biol. Interact., 108: 19-25.

Barril, J.; Estevez, J; Escudero, M.A.; Cespedes, M.V; . Niguez, N.; Sogrob, M.A.; Monroy, A. and Vilanova, E. (1999). Peripheral nerve soluble esterases are spontaneously reactivated after inhibition by paraoxon: implications for a new definition of neuropathy target esterase. Chem.-Biol. Interact., 119-120: 541-550.

Barril, J.; Tormo, N; Diaz-Alejo, N. and Vilanova, E. (1995). Organophosphorus inhibition and heat inactivation kinetics of particulate and soluble forms of peripheral nerve neuropathy target esterase. J. Biochem. Toxicol., 10: 211-218

Bennett, D.A. and Waters, M.D. (2000). Appling biomarker research. Envrion. Health Perspect., 108 (108): 907.

Berry, M.R. (1992). Strategy for a dietary exposure research program. J. Exp. Anal. Environ. Epidemiol., 1: 97-110.

Bertolazzi, M., Caroldi, S.; Moretto, A. and Lotti, M. (1991). Interaction of methamidophos with hen and human acetylcholinesterase and neuropathy target esterase. Arch. Toxicol., 65(7): 580-585.

Bertoncin, D.; Russolo, A.; Caroldi, S. and Lotti, M. (1985). Neuropathy target esterase in human lymphocytes. Arch. Environ. Health, 40(3): 139-144.

Besser, R.; Gutmann,, L. and Weilemann, L.S. (1993). Poly neuropathy following parathion poisoning. J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry, 56: 1135-1136.

Bleiberg, M.J. and Johnson, H. (1965). Effects of certain metabolically active drugs and oximes on tri-o-cresyl phosphate toxicity. Toxicol. Appl. Pharmacol., 7: 227-235.

Bouldin, T.W. and Cavanagh, J.B. (1979). Organophosphorus neuropathy. Part I: A teased fibre study of the spatio-temoral spread of axonal degeneration. Am. J. Pathol., 94: 241-252.

Brenner, B.L.; Markowitz, S.; Rivera, M. Romero, H.; Weeks, M.; Sanchez, E.; Deych, E.; Garg, A.; Goldbold, J.; Wolff, M.S.; Landrigan, P.J. and Berkowitz, G. (2003). Intergrated pest management in urban community: A successful partnership for prevention. Environ. Health Perspect., 111(13): 1649-1653.

Brown, M.A. and Brix, K.A. (1998). Review of health consequences from high,- intermediate- and low-level exposure to organophosphorus nerve agents. J. Appl. Toxicol., 18(6): 393-408.

Carrera, V.; Diaz-Alejo, N.; Sogrob, M.A.; Vicedo, J.L. and Vilanova, E. (1994). In vivo inhibition by mipafox of soluble and particulate forms of organophosphorus neuropathy target esterase (NTE) in hen sciatic nerve. Toxicol. Lett., 71: 47-51.

Carrington, C.D. (1989). Prophylaxis and the mechanism of the initiation of organophosphorus compound-induced delayed neurotoxicity. Arch. Toxicol., 63: 165-172.

Carson, R. 1962. "Silent Spring". Boston: Houghton-Mifflin.

Cavanagh, J.B. (1954). The toxic effects of tri-ortho-cresyl phosphate on the nervous system: an experimental study in hens. J. Neurol. Neurosurg.. Psychiat., 17: 163-172.

Cespedes, M.V.; Escudero, M.A.; Barril, J.; Sogrob, M.A.; Vicedo, J.L. and Vilanova, E. (1997). Discrimination of carboxylesterases of chicken neural tissue by inhibition with a neruopathic, nonneuropathic organophosphorus compounds and neuropathy promoters. Chem.-Biol. Interact., 107: 191-200.

Chadwick, R. W.; Chang, J.; Gilligan, P.H.; Forehand, L.R.; Long, J.E. and Duffy, M. 1990. Effect of lindane on nitroreductase and dechlorinase enzyme activity in the gastrointestinal tract. Toxicol. Lett., 50 (2-3): 299-308.

Choudhary, S.; Joshi, K. and Gill, K.D. (2001). Possible role of enhanced microtubule phosphorylation in dichlorvos induced delayed neurotoxicity in rat. Brain Res., 897(1-2): 60-70.

Chowdhury, A.; Venkatakrishna-Bhatt, H. and A. Gautum, A. 1987. Testicular changes of rats under lindane treatment. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 38: 154-156.

Clark, D.R., Spann, J.W. and Bunck, C.M. 1990. Dicofol (Kelthane)- induced eggshell thinning in captive American kestrels. Environ. Toxicol. Chem., 9: 1063-1069.

Clewell, H. J. and Andersen, M.E. 1985. Risk assessment extrapolations and physiological modeling. Toxicol. Ind. Health., 1: 111-131.

Clothier, B. and Johnson, M.K. (1980). Reactivation and aging of neurotoxic esterase inhibited by a variety of organophosphorus esters. Biochem. J., 185(3): 739-747.

Colborn, T.; vom Saal, F.S. and Soto, A.M. 1993. Developmental effects of endocrine-disrupting chemicals in Wildlife and Humans. Environ. Health Perspect., 101: 1378-384.

Costa, L.G. 1996. Biomarker research in neurotoxicology: The role of mechanistic studies to bridge the gap between the laboratory and epidemiological investigations. Environ. Health Perspect., 104 (1): 55-67.

Coulston, F. 1985. Reconsideration of the dilemma of DDT for the establishment of an acceptable daily intake. Reg. Toxicol. Pharmacol., 5: 332-382.

Crump, K. 1984. A new method for determing allowable daily intakes. Fund. Appl. Toxicol., 4: 854-871.

Daughtery, W.; Biles, R.; Jortner, B. and Ehrich, M. (1996). Subchronic delayed neurotoxicity evaluation of jet engine lubricants containing phosphorus additives. Fund. Appl. Toxicol., 32: 244-249.

Davis, C.S. and Richardson, R.J. (1980). Organophosphorus compounds. In: Experimental and Clinical Neurotoxicology, (Spencer, P.S. and Schaumurg, H.H., Eds.), Baltimore, Wilkins and Wilkins, pp. 527-544.

Davis, D.L.; Bradlow, H.L.; Wolff, M.; Woodruff, T.; Hoel, D.G. and Anton-Culver, H. 1993. Medical Hypothesis: Xenoestrogens as preventable causes of breast cancer. Environ. Health Perspect., 101(5): 372-377.

Davis, S.L.; Tanaka, D. Jr.; Aulerich, R.J. and Bursian, S.J. (1999). Organophosphorus-induced neurotoxicity in the absence of neuropathy target esterase inhibition: the effect of triphenyl phosphine in European ferret. Toxicol. Sic., 49(1): 78-85.

De Jar, A.E.J.; van Weerden, T.W.; Houthoff, H.J.; de Monchy, J.G.R. (1981). Polyneuropathy after massive exposure to parathion. Neurology, 31: 603-605.

Dekundy, A.; Blaszczak, P.; Kaminski, R. and Turski, W.A. (2001). On the interactions between antimuscarinic atropine and NMDA receptor antagonists in anticholinesterase-treated mice. Arch. Toxicol., 74(11): 702-708.

Dewailly, E.; Dodin, S.; Verreault, R.; Ayotte, P.; Sauve, L.; Morin., J. and Brisson, J. 1994. High organochlorine burden in women with estrogen- receptor positive breast cancer. J. Nat. Cancer Inst., 86: 232-234.

Donaldson, D. Kiely, T. and grube, A. (2002). Pesticide Industry Sales and Usage, 1998 and 1999 Market estimates. Washington, DC:U.S. Environmental Protection Agency.

Dourson, M.L.; McGinnis, P.M. and Odin, M. 1995. Development of risk based fish consumption advisories. The Toxicologist, 34th Annual Meeting, Vol. 15 (1), March 1995, pp. 140.

Duysen, E.G.; Li, B.; Xie, W.; Schopfer, L.M.; Anderson, R.S. and Broomfield, C.A. (2001). Evidence for nonacetylcholinesterase targets of organophosphorus nerve agents: susceptibility of acetylcholinesterase knockout mouse to vx lethality. J. Pharmacol. Exp. Ther., 299(2): 528-535.

Dyer, S.M.; Cattani, M.; Pisaniello, D.L.; Williams, F.M. and Edwards, J.W. (2001). Peripheral cholinesterase inhibition by occupational chlorpyrifos exposure in Australian termiticide applicators. Toxicology, 169(3): 177-185.

Ecobichon, D.J. (2001). Pesticide Use in developing countries. Toxicolgy. 160: 27-33.

Ehrich, M. (1996). Neurotoxic esterase inhibition. Predictive of potential for organophosphorus-induced delayed neuropathy. In: Biomarkers for Agrochemicals and Toxic substances. (Blancato, T.N.; Brown, R.N.; Dary, C.C. and Saleh, M.A., Eds.), Washington, DC, American Chemical Society, pp. 79-93.

Ehrich, M.; Correll, L. and Veronesi, B. (1997). Acetylcholinesterase and neuropathy target esterase inhibitions in neuroblastoma cells to distinguish organophosphorus compounds causing acute and delayed neurotoxicity. Fund. Appl. Toxicol., 38(1): 55-63.

Ehrich, M.; Jortner, B.S. and Padilla, S. (1993). Relationship of neuropathy target esterase inhibition to neuropathology and ataxia in hens given organophosphorus esters. Chem.-Biol. Interact., 87: 431-437.

Ehrich, M.; Jortner, B.S. and Padilla, S. (1995). Comparison of the relative inhibition of acetylcholinesterase and neuropathy target esterase in rats and hens given cholinesterase inhibitors. Fund. Appl. Toxicol., 24: 94-101.

Eil, C. and B. C. Nisula (1990). The binding properties of pyrethroids to human skin fibroblast androgen receptors and to sex hormone binding globulin. J. Steroid Biochem., 35: 409-414.

El-Fawal, H.A. and Ehrich, M. (1993). Calpain activity in organophosphorus-induced delayed neuropathy (OPIDN): effects of phenylalkylamine calcium channel blocker. Ann. NY Acad. Sci., 325-329.

El-Fawal, H.A.N.; Jortner, B.S. and Ehrich, M. (1989). Effect of verapamil on organophosphorus-induced delayed neuropathy in hens. Toxicol. Appl. Pharmacol., 97: 500-511.

El-Sebae, A.H.; Soliman, S.A.; Ahmed, N. S. and Curley (1981). Biochemical interaction of six OP delayed neurotoxicants with several neurotargets. J. Environ. Sci. Health, 16: 465-474.

Eriksson, P. 1984. Age-dependent retention of (14C) DDT in the brain of postnatal mouse. Toxicol. Lett., 22: 323-328.

Escudero, M.A. and Vilanova, E. (1997). Purification and characterization of naturally soluble neuropathy target esterase from chicken sciatic nerve by HPLC and Western Blot. J. Neurochem., 69: 1975.

Escudero, M.A.; Cespedes, M.V. and Vilanova, E. (1997). Chromatographic discrimination of soluble neuropathy target esterase isoenzymes and related phenyl valerate esterases from chicken brain, spinal cord, and sciatic nerve. J. Neurochem., 68: 2170-2176. 1982.

Evangelista de Duffard, A. M. and Duffard, R. (1996). Behavioral toxicology, risk assessment, and chlorinated hydrocarbons. Environ. Health Perspect., 104 (2): 353-360.

Falck, F.; A.M. Wolff, A.M.; Godbold, J. and Deckers, P. 1992. Pesticides and polychlorinated biphenyls residues in human breast lipids and their relation to breast cancer. Arch. Environ. Health, 47: 143-146.

FAO (1995). Emergency Prevention System (EMPRES) for transboundary animal and plant pests and diseases: desert locust management in the central region. FAO, Rome, Italy.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (1985). Food aid in figures. FAO, Rome.

FAO/WHO (1988). Guidelines for Predicting the Dietary Intake of Pesticide Residues. Bull WHO, 66: 429-434.

FAO/WHO (1962-1996). Joint Meeting on Pesticides Residues in Food, 1961-1995 Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Fiore, M. C.; Anderson, H.A. and Hong, R. (1986). Chronic exposure to aldicarb-contaminated groundwater and human immune function. Environ. Res., 41: 633-645.

Fioroni, F.; Moretto, A. and Lotti, M. (1995). Triphenylphosphite neuropathy in hens. Arch. Toxicol., 69(10): 705-711.

Forshaw, P.; Atkins, J.; Ray, D.E. and Glynn, P. (2001). The catalytic domain of human neuropathy target esterase mediates an organophosphate-sensitive ionic conductance across liposome membranes. J. Neurochem., 79: 400-406.

Fournier, L.; Musard, D. and Lecorsier, A. (1996). Lymphocyte esterases and hydrolases in neurotoxicology. Vet. Hum. Toxicol., 38(3): 190-195.

Gallo, M.A. and Lawryk, N.J. (1991). Organic phosphorus pesticides. In: Handbook of Pesticide Toxicology. (Hayes, W. and laws, E.R., Eds.), Vol. 2, Academic Press, New York, p. 938.

Gardiman, G.; Moretto, A. and Lotti, M. (1999). Influence of dithiocarbamates on the development of organophosphate induce delayed polyneuropathy (OPIDP). Toxicologist, 48 (1-S): 100.

Garry, V. F.; Schreiemachers, D.; Harkins, M.E. and Griffith, J. 1996. Pesticide appliers, biocides, and birth defects in rural Minnesota. Environ. Health Perspect., 104: 394-399.

Glynn, P. (2000). Neural development and neurodegeneration: two faces of neuropathy target esterase. Progress Neurobil., 61: 61-74.

Glynn, P.; Holton, J.L.; Nolan, C.C.; Read, D.J.; Brown, L.; Hubbard, A. and Cavanagh, J.B. (1998). Neuropathy target esterase: immunolocalisation to neuronal cell bodies and axons. Neuroscience, 83: 295-302.

Glynn. P. (1999). Neuropathy target esterase. Biochem. J., 344: 625-631.

Gupta, R.P.; Abdel-Rahman, A.; Wilmarth, K.W. and Abou-Donia, M.B. (1997). Alteration in neurofilament axonal transport in the sciatic nerve of diisopropyl phosphorofluoride (DFP)-treated hen. Biochem. Pharmacol., 53: 1700-1806.

Gupta, R.P.; Lin, W.W. and Abou-Donia, M.B. (1999). Enhanced mRNA expression of neurofilament subunits in the brain and spinal cord of diisopropyl phosphorofluoridate-treated hens. Biochem. Pharmacol., 57(11): 1245-1251.

Harp, P.; Tanaka, D., Jr. and Pope, C.N. (1997). Potentiation of organophosphorus-induced delayed following phenyl saligenin phosphate exposure in 2-, 5-, and 8-week-old chickens. Fund. Appl. Toxicol., 37: 64-70

Hassall, A.K. (1982). The Chemistry of Pesticides. Their Metabolism, Mode of Action and Uses in Crop Protection. The Macmillian Pres Ltd, London and Basingstoke, UK.

Hayes, W.J. and Laws, E.R. (1991). Handbook of Pesticide Toxicology. San Diego, Academic Press.

Henderson, R. F.; Bechtold, W.E.; Bond, J.A. and Sun, J.D. 1987. The use of biological markers in toxicology. Crit. Rev. Toxicol., 20: 65-82.

Hodgkin, A.L.; Katz, B. and Hille, B. (1989). The nervous system: Voltage-gated ion channels and the action potential. In: Molecular Biology of the Cell. Alberts, B. et al., 2nd Ed., Gardland Publishing, Inc., New York, N.Y., pp. 1065-1074.

Hodgson, E. and P.E. Levi, P.E. (1996). Pesticides: An Important but underused model for the environmental health sciences. Environ. Health Perspect., 104 (1): 97-106.

Hofman, K. and Stoffel, W. (1993). Tmbase-a database of membrane spanninig protein segments. Biol. Chem. Hoppe Seyler, 34: 166

Hogan, D.J. (1990). Pesticides and other agricultural chemicals. In: Occupational Skin Disease, (R.M. Adams, ed.), Philadelphia, W.B. Saunders Co.

International Programme on Chemical Safety (IPCS) (1990). Environmental Health Criteria 110, Tricresyl Phosphate, World Health Organization, Geneva.

Jaja, K. and Duvvi, H. (2001). Risk reduction for DDT toxicity and carcinogenesis through dietary modification. J. R. Soc. Health, 121(2): 107-113.

Jamal, G.A. (1997). Neurological syndromes of organophosphorus compounds. Adverse Drug React. Toxicol. Rev., 16(3): 133-170.

Jensen, K.F.; Lapadula, D.M.; Anderson, J.K.; Haykal-Coates, N. and Abou-Donia, M.B. (1992). Anomalous phosphorylated neurofilament aggregations in central and peripheral axons of hens treated with tri-ortho-cresyl phosphate (TOCP). J. Neurosci. Res., 33: 455-460.

Jianmongkol, S.; Berkman, C.E.; Thompson, C.M. and Richardson, R.J. (1996). Relative potencies of the four stereoisomers of isomalathion for inhibition of hen brain acetylcholinesterase and neurotoxic esterase in vitro. Toxicol. Appl. Pharmacol., 139: 342-348.

Jianmongkol, S.; Marable, B.R.; Berkman, C.E.; Talley, T.T.; Thompson, C.M. and Richardson, R.J. (1999). Kinetic evidence for different mechanisms of acetylcholinesterase inhibition by (1R)- and (1S)-stereoisomers of isomalathion. Toxicol. Appl. Pharmacol., 155:43-43.

Johnson, M.K. (1988). Sensitivity and selectivity compounds interacting with neuropathy target esterase: further structure/ activity studies. Biochem. Pharmacol., 37: 4095-4104.

Johnson, M.K. (1990). Contemporary issues in toxicology, organophosphates and delayed neuropathy-is NTE alive and well? Toxicol. Appl. Pharmacol., 102: 385-399.

Johnson, M.K. (1993): Symposium introduction: retrospect and prospect for neuropathy target esterase (NTE) and the delayed polyneuropathy (OPIDP) induced by some organophosphorus esters. Chem.-Biol. Interact., 87(1-3): 339- 346.

Johnson, M.K. (1995). Neuropathy target esterase (NTE) and organophosphorus-induced delayed polyneuropathy (OPIDP): recent advances. Toxicol. Lett., 82-83: 459-463.

Johnson, M.K. and Glynn, P. (1995). Neuropathy target esterase (NTE) and organophosphorus-induced delayed polyneuropathy (OPIDP): recent advances. Toxicol. Lett., 82-83: 459-463.

Jortner, B.S.; Perekins, S.K. and Ehrich, M. (1999). Immunocytochemical study of phosphorylated neurofilaments during the evolution of organophosphorus ester-induced delayed neuropathy (OPIDN). Neurotoxicology, 20(6): 971-975.

Kamata, R.; Saito, S.; Suzuki, T.; Takewaki, T. and Kobayashi, H. (2001). Correlation of binding sites for diisopropyl phosphorofluoridate with cholinesterase and neuropathy target esterase in membrane and cytosol preparations from hens. Neurotoxicology, 22(2): 203-214.

Kang, K. S.; Wilson, M.R.; Hayashi, T.; Chang, C.C. and Trosko, J.E. (1996). Inhibition of gap junctional intercellular communication in normal human breast epithelial cells after treatment with pesticide, PCBs, and PBBs, alone or in mixtures. Environ. Health Perspect., 104 (2): 192-200.

Kapoor, S. K. and Kalra, R.L. (1993). Comparative excretion of DDT analogues into milk of Indian Buffalo, Bubalu bubalis L. following oral administration. Pestic. Sci., 37: 261-266.

Katoh, K. (1992). Age related differences in the inhibition of neuropathy target esterase and susceptibility to triphenyl phosphite-induced delayed neurotoxicity in chickens. Nippon Eiseigaku Zasshi, 47(4): 861-869.

Katoh, K. (1995). A review of studies of the delayed neurotoxicity induced by organophosphorus esters. J. Occup. Health, 37: 309-319.

Kavlock, R. J.; Daston, G.P., DeRosa, C.; Fenner-Crisp, P.; Gary, L.E. and et al. (1996). Research needs for the risk assessment of health and environmental effects of endocrine disrupts : A report of the U.S.EPA-sponsored Workshop. Environ. Health Perspect., 104: 715-740.

Kellner, T.; Sanborn, J. and Wilson, B. (2000). In vitro and in vivo assessment of the effect of impurities and chirality on methamidophos-induced neuropathy target esterase. Toxicol. Sci., 54: 408-415.

Khare, S.B., Rizvi, A.G.; O.P. Shukla, O.P.; Singh, R.P.; Perkash, O.; Misra, V.D.; Gupta, J.P. and Seth, P.K. (1977). Epidemic outbreak of neuro-ocular manifestations due to chronic BHC poisoning. J. Assoc. Physicians India, 25: 215-222.

Khoury, H., C.S. Potter, H. Moore, and A. Messer (1988). Technical mission report for the Tunisia locust control campaign. USAID, Washington, DC.

Kidd, J.C. and Langworthy, O.R. (1933). Jake paralysis. Paralysis following the ingestion of Jamaica ginger extract adulterated with tri-ortho-cresyl phosphate. Bull. Johns Hopkins Hospital, 52: 39-65.

Klassen, C.D. (1986). Principle of toxicology. In: Cassarett and Doull's Toxicology: The basic Science of Poison (Klassen, C.D.; Amdur, M.O. and Doulll, J., Eds.), 3rd Ed., pp. 11-32, Macmillan, New York.

Klassen, C.D. (1986). Principles of Toxicology. In : Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poison. 3rd Ed.(C.D. Klaassen, M.O. Amdur and J. Doull, eds.), pp. 11-32, Macmillan, New York.

Klein, A. W.; Goedicke, J.; Klein, W.; Herrchen, M. and Kordel, W. (1993). Environmental assessment of pesticides under directive 91/414/EEC. Chemosphere, 26 (5): 979-1001.

Knaak, J. B.; Al-Bayati, M.A.; Raabe, O.G. and J. N. Blancato, J.N. (1993). Development of in vitro V_{max} and K_m values for the metabolism of isofenphos by P-450 liver enzymes in animals and human. Toxicol. Appl. Pharmacol., 120: 106-113.

Kohriyama, K. and Endoh, Y. (1996). A review of the delayed neurotoxicity induced by organophosphorus ester in human-clinical cases and pathogenesis. Peripheral Nerve, 7: 57-61.

Lockridge, O. 1990. Genetic variants of human serum cholinesterase influence metabolism of muscle relaxant succinylcholine. Pharmacol. Ther., 47: 35-60.

Lomer, C.J.; Bateman, R.P.; Dent, D.; De Groote, H.; DouroKpindou-, O.-K; Kooyman, C.; Langewaled, J.; Ouambama, Z.; Peveling, R. and Thomas, M. (1999). Development of strategies for the incorporation of biological pesticides into the integrated management of locusts and grass hoppers. Agric. Forest Entomol., 1: 71-88.

Lopez-Carrilo, L.; Torres-Arreola, L.; Torres-Sanchez, L.; Espinso-Torres, F.; Jimenez, C.; Cebrian, M.; Waliszewski, S. and Saldate, O 1996. Is DDT use a public health problem in Mexico ? Environ Health Perspect., 104 : 584-588.

Lotti, M. (1992). The pathogenesis of organophosphate delayed neuropathy. Crit. Rev. Toxicol., 21(6): 465-487.

Lotti, M. (2002). Low-level exposures to organophosphorus esters and peripheral nerve function. Muscle Nerve, 25(4): 492-504.

Lotti, M.; Moretto, A.; Zoppellari, R.; Dainese, R.; Rizzuto, N. and Barusco, G. (1986). Inhibition of lymphocytic neuropathy target esterase predicts the development of organophosphate-induced delayed polyneuropathy. 59(3): 176-179.

Lu, C.; Knutson, D.E.; Fisker-Andersen, J. and Fenske, R.A. (2001). Biological monitoring survey of organophosphorus pesticide exposure among pre-school children in the Seattle metropolitan area. Environ. Health Prespect., 109(3): 299-303.

Lush, M.J.; Read, D.J.; Willis, A.C. and Glynn, P. (1998). Neuropathy target esterase and a homologous Drosophila neurodegeneration mutant protein contain a domain conserved from bacteria to man. Biochem. J., 332: 1-4.

Maddy, K. T. (1990). Current issues on improving public and occupational safety in the use of pesticides. Malaysian Plant Protection Society (Malaysia). Proceeding of the 3rd International Conference of Plant Protection in the tropics, Vol. III: 29-38.

Makhaeva, G.F. and Malygin, V.V. (1999). A stable preparation of hen brain neuropathy target esterase for rapid biochemical assessment of neurotoxic potential of organophosphates. Chem.-Biol. Interact., 14 (119-120): 551-557.

Marrs, T.C. (1993). Organophosphate poisoning. Pharmacol. Therapt., 58: 51-66.

Massicotte, C.; Inzana, K.D.; Ehrich, M. and Jortner, B.S. (1999). Neuropathologic effects of phenylmethylsulfonyl fluoride (PMSF)-induced promotion and protection in organophosphorus ester-induced delayed neuropathy (OPIDN) in hens. Neurotoxicology, 20(5): 749-759.

McConnell, R.; Dlgado-Tellez, E.; Cuadra, R.; Torres, E.; Keifer, M.; Almendarez, J.; Miranda, J.; El-Fawal, H.A.N.; Wolff, M.; Simpson, D. and Lundberg, I. (1999). Organophosphate neuropathy due to methamidophos: biochemical and neurophysiological markers. Arch. Toxicol., 73: 296-300.

Metcalf, R.L (1984). Historical perspective organophosphorus-induced delayed neurotoxicity. (Cranmer, J.M. and Hixson, E.J., Eds.), Little Rock, Intox Press, pp. 7-22.

Milatovic, D.; Moretto, A.; Osman, K.A. and Lotti, M. (1997). Phenyl valerate esterases and the promotion of organophosphate polyneuropathy. Chem. Res. Toxicol., 10: 1045-1048.

Miranda, J.; Lundberg, I.; McConnell, R.; Delgado, E.; Cuadra, R.; Torres, E.; Wesseling, C. and Keifer, M. (2002). Onset of grip- and pinch-strength impairment after acute poisoning with organophosphate insecticides. Int. J. Occup. Environ. Health, 8(1): 19-26.

Moretto, A. and Lotti, M. (2002). Poisoning by organophosphorus insecticides and sensory neuropathy. J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry, 64: 463-468.

Mumtaz, M.M.; SipesI.G.; Clewell, H.J. and Yang, R.S.H. (1993). Risk assessment of chemical mixtures : Biologic and toxicologic issues. Fund. Appl. Toxicol., 21: 258-269.

Murphy, S.D. (1986). Toxic effect of pesticides. In: Casarett and Doull's Toxicology : The Basic Science of Poison. 3rd Ed. (C.D. Klaassen, M.O. Amdur and J. Doull eds.), pp. 519-581, Macmillan, New York.

Mutch, E.; Blain, P.G. and Williams, F.M. (1992). Interindividual variations in enzyme controlling organophosphate toxicity in man. Human Exper. Toxicol., 11: 109-116.

National Research Council (NRC) (1983). Risk assessment in the Federal Government: Managing the process, Committee on the institutional means for the assessment of risks to public health, commission on like science, National Research Council, pp. 17-83, National Academy Press, Washington, DC.

National Research Council (NRC) (1987). Biological markers in environmental health research. Biological Markers of the National Committee on Research Council. Environ. Health Perspect., 74: 3-9.

Navarro, H.A.; Basta, P.V.; Seidler, F.J. and Slokin, T.A. (2001). Neonatal chlorpyrifos administration elicits in immune function in adulthood: a neural effect?. Brain Res. Dev. Res., 130 (2):249-252.

Nigg, H.N.; Beier, R..C.; Catrer, O.; Chaisson, C.; Franklin, C,; Lavy, T.; Lewis, R.G.; Lombardo, P.; McCarthy, J.E.; Maddy, K.T.; Moses, M.; Norris, D.; Peek, C.; Skinner, K. and Tardiff, R.G. (1990). Exposure to pesticides. In: The Effect of Pesticides on human health. (Baker, S.R. and Wilkinson, C.F., Eds.), Vol. 18, pp. 130-135, Princeton Scientific, Princeton, N.J.

Norton, S.B.; Rodier, D.J.; Gentile, J.H.; Van-der Schalie, W.H.; Wood, W.P.; Slimak, M.W. and Van-der Schalie, W.H. (1992). A framework for ecological risk assessment at the EPA. Environ. Toxicol. Chem., 11 (12): 1663-1672.

Nutley, , B. P. and Cocker, J. (1993). Biological monitoring of workers occupationally exposed to organophosphorus pesticides. Pestic. Sci., 38: 315-322.

OECD (1995a). Guidelines for Testing of Chemicals. Delayed Neurotoxicity of Organophosphorus Substances Following Acute Exposure, 418 Adopted July 27, 1995.

OECD (1995b). Guidelines for Testing of Chemicals. Delayed Neurotoxicity of Organophosphorus Substances Following Acute Exposure, 419 Adopted July 27, 1995.

Ohkawa, H.; Mikami, N.; Okuno, Y. and Miyamoto, J. (1977). Stereospecificity in toxicity of the optical isomers of EPN. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 18: 534-540.

Osman, K.A. (1998). Promotion of triphenyl phosphite-induced delayed neuropathy by phenylmethylsulfonyl fluoride. Alex. Sci. Exch., 19(2): 345-352.

Osman, K.A. (1999). Lindane, chlorpyrifos and paraquat induced oxidative stress in female rats. Alex. J. Agric. Res., 44 (3): 345

Osman, K.A.; Ahmed, N.S. and Soliman, S.A. (2001). Delayed neuropathy of O,O,-di-isopropyl and O,O-di-n-butyl O-(2,2-dichlorovinyl) phosphates in hen. J. Egypt. Soc. Toxicol., 24: 99-102.

Osman, K.A.; Al-Rehiayani, S. (2003). Risk Assessment of Pesticide to Human and the Environment. Saudi J. Biolog. Sci., 10(1): 81-106.

Osman, K.A.; Aly, N.M. and Salama, A.K. (2000). The role of vitamin E and glutathione as antioxidants in the protection of oxidative stress induced by paraquat and diquat in female rat. Alex. Sci. Exch., 21(4): 247-259.

Osman, K.A.; Moretto, A. and Lotti, M. (1996). Sulfonylfluorides and the promotion of diisopropyl-fluorophosphate neuropathy. Fund. Appl. Toxicol., 33: 294-297.

Pesticide Dictionary (1987). Farm Chemical Handbook, Section C.

Petroianu, G.; Hard, F.; Tooms, M.; Bergler, W. and Rufer, R. (2001). High-dose intravenous paraoxon exposure does not cause organophosphate-induced delayed neuropathy (OPIDN) in mini pigs. J. Appl. Toxicol., 21: 236-268.

Pilkington, A.; Buchanan, D.; Jamal, G.A.; Gillham, R.; Hansen, S.; Kidd, M.; Hurley, J.F. and Soutar, C.A. (2001). An epidemiological study of the relation between exposure to organophosphate pesticides and indices of chronic peripheral neuropathy and neuropsycholoical abnormalities in sheep farmers and dippers. Occup. Environ. Med., 58(11): 702-710.

Potter, C.S. & A.T. Showler (1990). The desert locust: agricultural and economic impacts, pp. 153-166. In: W.D. Swearingen & A. Bencherifa [eds.], The North African environment at risk. Westview Press, Boulder, CO.

Prentice, D.E. and Roberts, N.L. (1984). Acute delayed neurotoxicity in hens dosed with tri-ortho-cresyl phosphate (TOCP): Correlation between clinical ataxia and neuropathological findings. In: Delayed Neurotoxicity, (Cranmer. J.M. and Hixon, E.J., Eds.) Little Rock, Intox Press, pp. 139-144.

Quistad, G.B.; Sparks, S.E. and Casida, J.E. (2001). Fatty acid amide hydrolase inhibition by neurotoxic organophosphorus pesticides. Toxicol. Appl. Pharmacol., 173(1): 48-55.

Radwan, M.A.; El-Wakil, H.B. and Osman, K.A. (1992).Toxicity and Biochemical Impact of Certain Oxime Carbamate Pesticides Against Terrestrial Snail, Theba Pisana (Muller). J. Environ. Sci. Health, B27 (6):759-773.

Radwan, M.A.; Osman, K.A. and Salama, A.K. (1993). Biochemical response of brown garden snails, Helix aspersa to chlofuazuron and flufenoxuron. J. Environ. Sci. Health, B28 (3):291-303.

Randall, J.C.; Yano, B.L. and Richardson, R.J. (1997). Potentiation of organophosphorus compound-induced delayed neurotoxicity (OPIDN) in the central and peripheral nervous system of the adult hen: distribution of axonal lesions. J. Toxicol. Environ. Health, 51: 571-590.

Randall, J.C; Ambroso, J.L.; Groutas, W.C.; Brubaker, M.J. and Richardson, R.J. (1997). Inhibition of neurotoxic esterase in vitro by novel carbamates. Toxicol. Appl. Toxicol., 143(1): 173-178.

Rich, .J.R.; Dunn, R.A. and Noling, J.W. (2004). Nematicides: Pest and Present Uses. In: Nematology Advanced and Perspectives: Nematode management and Utilization (Chen, Z.X.; Chen, S.Y. and Dickson, D.W., Eds.), Vol. 2, CABI Publishing.

Richard, M.; LoPachin, R.M. and Lehning, E.J. (1997). Mechanism of calcium entry during axon injury degeneration. Toxicol. Appl. Pharmacol, 143(2): 233-244.

Richardson, J.R.; Chambers, H.W. and Chambers, J.E. (2001). Analysis of the additivity of in vitro inhibition of cholinesterase by mixtures of chlorpyrifos-oxon and azinophos-methyl-oxon. Toxicol. Appl. Pharmacol., 172(2): 128-139.

Richardson, R. J.; Moore, T.B.; Kayyali, U.S.; Fowke, J.H. and RanNall, J.C. (1993). Inhibition of hen brain acetylcholinesterase and neurotoxic esterase by chlorpyrifos in vivo and kinetics of inhibition by chlorpyrifos oxon in vitro : Application to assessment of neuropathic risk. Fund. Appl. Toxicol., 20: 273-279.

Richardson, R.J. (1995). Assessment of neurotoxic potential of chlorpyrifos relative to other organophosphorus compounds: a critical review of the literature. Toxicol. Environ. Health, 44(2): 135-165.

Richardson, R.J.; Davis, C.S. and Johnson, M.K. (1979). Subcellualr distribution of marker enzymes and of neurotoxic esterase in adult hen brain. J. Neurochem., 32: 607-615.

Richardson, R.J.; Moore, T.B.; Kayyali, U.S.; Fowke, J.H. and Randall, J.C. (1993). Inhibition of hen brain acetylcholinesterase and neurotoxic esterase by chlorpyrifos in vivo and kinetics of inhibition by chlorpyrifos oxon: Applications to assessment of neruopathic risk. Fund. Appl. Toxicol., 20: 273-279.

Richter, E. D.; Rosenvald, Z.; Kapsi, L.; Levy, S,. and Gruener, N. 1986. Sequential cholinesterase tests and symptoms for monitoring organophosphate absorption in field workers and in persons exposed to pesticide spray drift. Toxicol. Lett., 33: 25-35.

Salama, A.K.; Osman , K.A.and Aly, N.M. and 2001. Protection Against Oxidative Stress Induced by Paraquat and Diquat In Female Rats. Toxicology, 164 (1-3): 193. Abstracts of the IXth International Congress of Toxicology, 8-12 July 2001- Brisbane, Australia.

Salazar-García, F.; Gallardo-Díaz, E.; Cerón-Mireles, P. Loomis, D. and Borja-Aburto, V.H. (2004). Reproductive effects of occupational DDT exposure among male malaria control workers. Environ. Health Perspect, 112(5): 542-547.

Sarin, S. and Kill, K.D. (2000). Biochemical characterization of dichlorvos-induced delayed neurotoxicity in rat. IUBMB Life, 49(2).125-130.

Sharp, D. B. (1987). Metabolism of pesticides an industry view. Pestici. Sci. Biotechnol., Proce. The Sixth Internat. Cong. of Pestic. Chem., Ottawa, Canada, 10-15 August 1986 (R. Greenhalgh and T.R. Roberts, eds.), pp. 483-488.

Shelby, M.D.; Newbold, R.R.; Tully, D.B.; Chae, K. and Davis, V.L. (1996). Assessing environmental chemicals for estrogenicity using a combination of in vitro and in vivo assays. Environ. Health Perspect., 104 (12): 1296-1300.

Showler, A.T. and C.S. Potter. (1991). Synopsis of the 1986-1989 desert locust (Orthoptera: Acrididae) plague and the concept of strategic control. Amer. Entomol., 37:106-110.

Showler, A.T. (1993). Desert locust, Schistocerca gregaria (Frskal) (Orthoptera: Acrididae), campaign in Tunisia, 1988. Agric. Systems, 42:311-325.

Showler, A.T. (1995a). Desert locust control, public health, and environmental sustainability in North Africa, pp. 217-239. In: W.D. Swearingen & A. Bencherifa [eds.], The North African environment at risk. Westview Press, Boulder, CO.

Showler, A.T. (1995b). Locust (Orthoptera: Acrididae) outbreak in Africa and Asia, 1992-1994: an overview. Amer. Entomol., 41: 179-185.

Showler, A.T. (1997). Proaction: strategic framework for today>s reality, pp. 461-465, In: S. Krall, R. Peveling and D. Ba Diallo [eds.] New Strategies in Locust Control. Birkhauser, Basel, Switzerland.

Singh, A.K. (2001). QSAR for the organophosphate-induced inhibition and 'aging' of the enzyme neuropathy target esterase (NTE). SAR QSAR Envrion. Res., 12(3): 275-275.

Smith, C. and Root, D. (1999). The exposure of pesticides: shipments from U.S. ports, 1995-1996. Int. Occup. Environ. Health., 5: 141-150.

Smith, M.I.; Elove, E. and Frazier, W.H. (1930). The pharmacological action of certain phenol esters with special reference to the etiology of the so-called Ginger paralysis. Public Health Reports, Vol. 45, 2509-2524.

Sogrob, M.A.; Diaz-Alejo, N.; Pellin, M.C. and Vilanova, E. (1997). Inhibition and aging of neuropathy target esterase by stereoisomers of a phosphoramidate related to methamidophos. Toxicol. Lett., 93: 95-103.

Soliman, S.A.; Ahmed, N.S.; El-Gendy, K.S.; El-Bakary, A.S. and El-Sebae, A.H. (1986). Delayed neurotoxicity in the wild mallard duckling caused by the organophosphorus insecticides cyanofenphos and leptophos. J. Environ. Sci., Health, B21(5): 401-411.

Soliman, S.A.; El-Sebae, A.H.; Curley, A. and Ahmed, N.S. (1980). Subcellular distribution of neurotoxic esterase activity in lamb and mouse brain. J. Environ. Sci. Health, B15: 207-217.

Soliman, S.A.; Farmer, J. and Curley, A. (1982). Is delayed neurotoxicity a property of all organophosphorus compounds? A study with a model compound: parathion. Toxicology, 23: 267-279.

Soliman, S.A.; Linder, R.; Farmer, J. and Curley, A. (1982). Species susceptibility of delayed toxic neuropathy in relation to in vivo inhibition of neurotoxic esterase by neurotoxic organophosphorus esters. J. Toxicol. Environ. Health, 9(2): 189-197.

Soliman, S.A.; Osman, K.A.; Ahmed, N.S.; El-Gendy, K.S. and El-Shennawy, I.E. (1988). Delayed neuropathy of cyanophenfos and its methyl analogue in chickens. Neurotoxic' 88, 10-15th April, Univ. of Nottingham, England.

Soliman, S.A.; Svendsgaard, D.; Otto, D.; Ahmed, N.S.; Soffar, A.M.; El-Gendy, K.S.; Osman, K.A. and El-Bakary, A.S. (1993). Biochemical and neurobehavioral assessment of neurotoxicity in workers occupationally exposed to organophosphorus pesticides. Proceed., Internat. Conf. Peripheral Nerve Toxicol., 29-32.

Spear, R.C. (1991). Assessing health risks in the presence of variable exposure and uncertain biological effects. The Economics and Management of Water and Drainage in Agriculture (A. Dinar and D. Zilberman eds.), pp. 315-325.

Strauss, H. S. (1991). Lessons from chemical risk assessment. Risk assessment in genetic engineering, (M. Levin and H. S Strauss, eds.), pp. 297-318.

Sun, D.H.; Zhou, H.D. and Xue, S.Z. (1998). Epidemiological survey on organophosphate-induced delayed polyneuropathy (OPIDP) among patients recovered from Methamidophos poisoning. Med. Lav., 89: S123-128.

Sunger, M and Güven, M. (2001). Intensive care management of organophosphate insecticide poisoning. Crit. Care, 5: 211-215.

Taub, F.B. and Burns, L.A. (1991). Advances in experimental approaches to estimate the exposure of ecosystems and ground water. Pesticide Chemistry: Advanced in International Research, Development, and Legislation: Proceeding of the 7th International congress of Pesticide Chemistry (IUPAC), 1: 423-432.

Thomas, T.C.; Szekacs, A.; Rojas, S. Hammock, B.D.; Wilson, B.W. and MacNamee, M.G. (1990). Characterisation of neuropathy target esterase using trifluoromethyl ketons. Biochem. Pharmacol., 40: 2587-2596.

Thrupp, L. A. (1991). Sterilization of workers from pesticide exposure: The causes and consequences of DBCP-induced damage in Costa Rica and beyond. Int. J. Health Serv., 21: 731-757.

Tian, Y., Xie, X.; Piao, F.Y.; and Yamauchi, T. (1998). Delayed neuropathy and inhibition of soluble neuropathy target esterase following the administration of organophosphorus compounds to hens. Tohoku. J. Exp. Med., 185: 161-171.

Tomlin, C.D.S. (2001-2002). The e-Pesticide Manual. 12 Ed., Verssion 2.1 The British Crop Protection Council.

Tormo, N.; Gimeno, J.P.; Sogrob, M.A.; Diaz-Alejo, N. and Vilanova, E. (1993). Soluble and particulate organophosphorus neuropathy target esterase in brain and sciatic nerve of the hen, cat, rat and chick. J. Neurochem., 61: 2164-2168.

U.S. Environmental Protection Agency (1998a). Health Effects Test Guidelines OPPTS 870.6100 Acute and 328-day Delayed Neurotoxicity of Organophosphorus Substances. EPA 712-C-98-237.

U.S. Environmental Protection Agency (1998b). Guidelines for Neurotoxicity Risk Assessment. 63 Federal Register: 26925-26954, May 14, 1998.

U.S. EPA (1986). Guidelines for Carcinogen Risk Assessment. Fed. Reg., 51 (185): 33992-34003.

U.S. EPA (1995). U.S.EPA Document «A Framework for Ecological Risk Assessment. In: Introduction to Environmental Toxicology: Impact of Chemicals Upon Ecological System, (W. G. Landis and M.H. Yu eds.), Lewis Pub., CRC, pp. 271-315.

Vasilic, Z.; Drevenkar, V.; Frobe, Z.; Stengl, B. and Tkalcevic, B. 1987. The metabolites of organophosphorus pesticides in urine as an indicator of occupational exposure. Toxicol. Environ. Chem., 14: 111-127.

Vilanova, E.; Escudero, M.A. and Barril, J. (1999). NTE soluble isoforms: New perspectives for targets of neuropathy inducers and promoters. Chem.-Biol. Interact., 119-120: 525-540.

Waliszewski, S.M.; Aguirre, A.A.; Infanzon, R.M.; Silva, C.S. and Siliceo, J. (2001). Organochlorine pesticide levels in maternal adipose tissue, maternal blood serum, umbilical serum, and milk from inhabitants of Veracruz, Mexico. Arch. Environ. Toxicol., 40: 432-438.

Walton, K.; Dorne, J.L. and Renwick, A.G. (2001). Uncertainty factors for chemical risk assessment: interspecies differences in the in vivo pharmacokinetics and metabolism of human CYP1A2 substrates. Food Chem. Toxicol., 39(7): 667-680.

Weiner, M.L. and Jortner, B.S. (1999). Organophosphate-induced delayed neurotoxicity of triarylphosphates. Neurotoxicology, 20(4): 635-674.

Weir, S. Minton, N. and Murray, V. (1992). Organophosphate poisoning: the UK National Poison Unit experience during 1984-1987. In: Clinical and Experimental Toxicology of Organophosphates and Carbamates, pp. 463-470, (Ballantune, B. and Marrs, T.C., Eds.), Butterworth-Heinemann, Oxford.

Wesseling, C.; McConnell, R.; Partanen, T. and Hogstedt, C. (1997). Agriculture pesticide use in developing countries: health effects and research needs. Int. J. Health Serv., 27: 273-308.

WHO (1986). Environmental Health Criteria No 63. Organophosphorus Insecticides: a general Introduction. World Health Organization, Geneva (September, 19910.

WHO. WHO/FAO. (2001). Amount of Poor-Quality Pesticides Sold in Developing Countries Alarmingly High. Press Release WHO/04. Geneva. World Health Organization. Available:htt://www.WHO.inf-pr-2001/en/pr2001-04.html[accessed 1 February 2001]

Whyatt, R.M. and Barr, D.B. (2001). Measurement of organophosphate metabolites in postpartum meconium as a potential biomarker of prenatal exposure: a validation study. Environ. Health Prespect., 109(4): 417-420.

Whyatt, R.M. and Nicholson, W.J. (1991). Conducting risk assessments for preschoolers> dietary exposure to pesticides. A.C.S. Symp. Ser. Am. Chem. Soc., Washington, D.C.: The Society, 446: 235-246.

Wilkinson, C.F. (1986). Risk assessment and regulatory policy. Comments on Toxicology, I (1): 1-21.

Williams, G.M.; Verna, L.K. and Whysner, J. (1992). Mechanisms of chemical carcinogensis : Application to safety assessment of pesticides. Brighton Crop Protection Conference, Pests and Diseases, Brighton, November 23-26, 1992.

Wolff, M.S.; Toniolo, P.G.; Lee, E.W.; Rivera, M.K. and Dubin, N. (1993). Blood levels of organochlorine residues and risks of breast cancer. J. Nat. Cancer Inst., 8: 648-652.

Woodruff, T.; Wolff, M.; Lee, D.D., and Hayward, D. (1994). Organochlorine exposure estimation in the study of cancer etiology. Environ. Res., 65: 132-144.

World Health Organization (1990). Public Health Impact of Pesticides Used in Agriculture. Geneva.

World Health Organization (1993a). Environmental Epidemiology: A project for Latin America and the Caribbean. Geneva.

World Health Organization (1993b). Pesticide Residues in Food: Evaluation, Part II, Toxicology. Geneva.

Wu, S.-Y. and Casida, J.E. (1992). Neuropathy target esterase inhibitors: 2-alkyl-, 2-alkoxy-, and 2-(aryloxy)-4H-1,3,2,-benzodioxaphosphorin 2-oxides. Chem. Res. Toxicol., 5: 680-684.

Wu, S.-Y. and Casida, J.E. (1996). Subacute neurotoxicity induced in mice by potent organophosphorus neuropathy target esterase inhibitors. Toxicol. Appl. Pharmacol., 139: 195-202.

Xie, X.; Piao, F.Y.; Tian, Y. and Yamauchi, T. (1998). Pharmacokinetics and neurotoxicity of dipterex in hens: A comparative study of administration methods. The J. Toxicol. Sci., 23(1): 25-33.

قائمة بأسماء الشركات المنتجة للمبيدات والمنتوجات الزراعية

AAKO .V.
P.O.B. 205, 3830 AE Leusden
Netherlands
Tel: 31 33 4948494
Fax: 31 33 4948044

Abbott Laboratories
Chemical & Agricultural Products Division
1401 Sheridan Rd.
North Chicago, IL 60064
USA
Tel: 1 800 323 9597
Fax: 1 847 937 3679
www.abbott.com/index.htm

Ag Pesticides (Pvt.) Ltd
18-20 Naval Fleet Club
Inverarity Rd., Saddar Karachi 75530
Pakistan
Tel: 92 21 7781626
Fax: 92 21 7781626

AgraQuest
1530 Drew Ave
Davis CA 95616
USA
Tel: 1 530 750 0150
Fax: 1 530 750 0153
E- Mail: agraquest@agraquest.com
www.agraquest.com

Hoechst Schering AgrEvo GmbH
See
Aventis CropScience
14-20 rue Pierre Baizet
F 69263 Lyon Cedex 09
France
Tel: 33 4 7285 2525
E Mail: info@aventis.com
www.aventis.com/main/

Agrichem Manufacturing Industries Pty
4 - 10 Chetwynd St
Loganholme, QLD 4129
Australia
Tel: 617 3801 4888
Fax: 617 3801 4888
E Mail: agrichem@agrichem.com.au

Agrichem BV
4900 AG Oosterhout
Netherlands
Agrichem International
Industrial Estate
Station Rd.
Whittlesey
Cambs PE7 2EY
UK

Agricola (Eastern Europe) Ltd
Abbey farm
Snape
Saxmundham
Suffolk
IP17 1RQ
UK
Tel: 44 1728 688348

Agricultura Nacional S.A. De C.V.
Boulevard Adolfo Ruiz Cortines N° 7. C.P. 52977
Col. Lomas De Atizapan, Atizapan De Zaragoza,
Edo. De Mexico
Mexico
Tel: 52 824 36 22
Fax: 52 5 824 36 24
E Mail: dragon@starnet.net.mx

Agrimix srl
Viale Città d>Europa 681
00144 Roma
Italy
Tel: 39 06 5296221
Fax: 39 06 5291422
E Mail: agrimix@tin.it

Agrimont
Isagro S.p.A.
Centro Uffici San Siro
Fabricato D
ala 3 - Via Caldera
20153 Milano
Italy
Tel: 39 02 40901 1
Fax: 39 02 40901 287
E Mail: Isagro@Isagr
www.isagro.com

Chimac-Agriphar S.A.
Rue De Renory 26
4102 Ougrée (Seraing)
Belgium
Fax: 32 4 385 9749
E Mail: agriphar.belgium@skynet.be

AgriSense Div. of Biosys
Thermo Trilogy Corp.
9145 Guilford Rd.
Suite 175
Columbia, MD 21046-1883
USA
Tel: 1 301 483 3807
Fax: 1 301 604 7015

Agro Distribution LLC
600 Fourth St, Suite 700
Sioux City IA 51102-7000
USA
Tel: 1 712 234 2827
Fax: 1 712 234 2824

Agro-Chemie Pesticide Manufacturing
Trading and Distributing Ltd
H-1225 Budapest
Bányalég Str. 2.
Hungary
Tel: 36 1 424 1110
Fax: 36 1 424 1115
E Mail: agroch@elender.hu

Agro-Kanesho Co., Ltd
Akasaka Shasta-East 7th Fl.
4-2-19 Akasaka
Minato-Ku
Tokyo 107-0052
Japan
Tel: 81 3 5570 4711
Fax: 81 3 5570 4708

The National Company for Agrochemicals
(Agrochem)
471 El Horreya St.
Bolkly
Alexandria
Egypt
Tel: 20 3 5440640
Fax: 20 3 54411150
E Mail: agrochem@cns-egypt.com

Agrokémia Sellye Rt.
Int. Com. Div. Starchem Co. Ltd.
Szovetseg utca 26
H-1074 Budapest
Hungary
Tel: 36 1 342 5392
Fax: 36 1 342 1524

Agrolinz Melamin
See
DSM Chemie Linz GmbH
Postfach 933
A-4021 Linz
Austria
Tel: 43 70 6916 3619
Fax: 43 70 6916 63619
E Mail: guenter.stadlmair@dsm.at

Agropharm Ltd
Buckingham House
Church Road, Penn
HIGH WYCOMBE, Bucks
HP10 8LN
UK
Tel: 44 1494 816575
Fax: 44 1494 816578

Agros
See
Sumitomo Chemical Co., Ltd
Agricultural Chemicals Sector
5-33 Kitahama 4-chome
Chuo-ku
Osaka 541
Japan
Tel: 81 66 220 3683
Fax: 81 66 220 3350

AGRO-SAN Kimya Sanayi ve Ticaret A.S.
Valikonagi Cad. Sonu
YKD Vakif Apt. Kat 3/3-4
80220 Nisantasi
Istanbul
Turkey
Tel: 90 212 231 2800
Fax: 90 212 247 9857
E Mail: agrosan@superonline.com

Agtrol International
7322 Southwest Freeway
Suite 1400, Houston, TX 77074
USA
Tel: 1 713 995 0111
Fax: 1 713 995 9505

Agtrol International S.A.
85 Quai de Brazza
B.P. 55, 33016 Bordeaux
Bastide
France
Fax: 33 5 5777 5420
www.agtrol.com/

Aimco Pesticides Ltd
P.O. Box 6822
8th Road, Santacruz (East)
Mumbai 400 055
India
Tel: 91 22 6163744
Fax: 91 22 6116736
E Mail: aimco@vsnl.com

Akzo Nobel B.V.
P.O. Box 247
Barchman Wuytierslaan 10
3800 SE Amersfoort
Netherlands
Tel: 31 33 46676767
Fax: 31 33 46676100
www.akzonobel.com

Alkaloida Chemical Co., Ltd
ICN Hungary Co. Ltd
H-1036 Budapest
Lajos u. 48-66. D/1
Hungary
Tel: 36 1 4362100
Fax: 36 1 4362124

All India Medical Corp.
See
Aimco Pesticides Ltd
P.O. Box 6822
8th Road, Santacruz (East)
Mumbai 400 055
India
Tel: 91 22 6163744
Fax: 91 22 6116736
www.amicopesticides.com/

Allied Colloids
See
Ciba Specialty Chemicals
Water Treatment Division
P.O. Box 38, Low Moor, Bradford
W. Yorks BD12 0JZ
UK
Tel: 44 1274 417000
Fax: 44 1274 606499
www.cibasc.com/

Amchem
See
Aventis CropScience
14-20 rue Pierre Baizet
F 69263 Lyon Cedex 09
France
Tel: 33 4 7285 2525
E Mail: info@aventis.com

Amvac Chemical Corp.
4695 MacArthur Court
Suite 1250
Newport Beach
CA 92660
USA
Tel: 1 949 260 1212
Fax: 1 949 260 1213
E Mail: billc@amvac-chemical.com

Ancom Crop Care
102 Block A
Phileo Damansara 1
Jalan 16/11
46350 Petaling Jaya
Selangor, Darul Ehsan
Malaysia
Tel: 60 3 4610080/5594022
Fax: 60 3 4610060

Andermatt Biocontrol AG
Stahlermatten 6
CH-6146 Grossdietwil
Switzerland
Tel: 41 62 917 50 00
Fax: 41 62 917 50 01
E Mail: sales@biocontrol.ch

Anhui Huaxing Chemical Co
459# West Changjiang Road
Hefei
Anhui
China
Tel: 86 551 5101188
Fax: 86 551 5101199/5101198/5101197
www.ahtech.com.cn

Ankur Agro-Chem Ltd
8 Swastik Chambers
CST Rd.
Chembur
Mumbai 400071
India
Tel: 91 22 5299097
Fax: 91 22 5299095
E Mail: ankuragr@bom3.vsnl.net.in

Antec (AH) International
Windham Rd.
Chilton Industrial Estate
Sudbury, Suffolk, CO10 6XD
UK
Tel: 44 1787 377305
Fax: 44 1787 310846
E Mail: antec_international@compuserve.com

Applied Bio-nomics Ltd
11074 W Saanich Rd., Sidney
BC, V8L 5P5
Canada
Tel: 1 604 656 2123
Fax: 1 604 656 3844

Applied Chemicals (Thailand) Co. Ltd
1575/15 Phaholyothin Road
Samsennai Nai Phrayathai, Bangkok 10400
Thailand
Tel: 66 2 279 2615
Fax: 66 2 278 1343

Aquaspersions Ltd
Charlestown
HEBDEN BRIDGE
West Yorkshire, HX7 6PL
UK
Tel: 44 1422 843715
Fax: 44 1422 845067

Aragonesas Agro S.A.
Paseo de Recoletos 27, 4o
28004 Madrid
Spain
Tel: 34 91 5853800
Fax: 34 91 5852310
www.aragnesas.com/

Arbico Enviromentals
P.O. Box 4247
Tucson, AZ 85738-1247
USA
Tel: 1 520 825 9785
Fax: 1 520 825 2038
www.biconet.com/agcat/html

Arch Chemicals
501 Merritt 7
P.O. Box 5204
Norwalk, CT, 06856-5204
US
Tel: 1 203 229 2900
www.archchemicals.com/default.asp

Ashlade Formulations Ltd
Moorend House
Moorend Lane
Dewsbury
West Yorkshire WF13 4QQ
UK
Tel: 01924 44 409782/408571
Fax: 44 01924 410792
www.nufarm.com/

Atabay Agrochemicals & Veterinary Products
Acibadem Koftuncu Sok No. 1
Kadikoy
81010 Istanbul
Turkey
Tel: 90 216 326 6965
Fax: 90 216 340 1377

Atanor S.A.
Tte Gral Juan D Perón 646, 3rd Floor
1038 Buenos Aires
Argentina
Tel: 54 11 4393 5111
Fax: 54 11 4393 8617
www.atanorsa.com.ar

Atlas Crop Protection Ltd
Denaby Lane Industrial Estate
Old Denaby
Doncaster
S. Yorks
DN12 4LQ
UK
Tel: 44 1709 772200
Fax: 44 1709 772
www.nufarm.com/

Atomergic Chemetals Corp.
71 Carolyn Blvd.
Farmingdale, NY 11735-1527
USA
Tel: 1 631 694 9000
Fax: 1 631 694 9177
E Mail: babl28a@prodigy.com

Atul Ltd
Agrochemicals Division
Atul 396 020
Valsad
Gujarat
India
Tel: 91 2632 33261
Fax: 91 2632 33024
E Mail: ag@atul.co.in

Aventis CropScience
14-20 rue Pierre Baizet
F 69263 Lyon Cedex 09
France
Tel: 33 4 7285 2525
E Mail: info@aventis.com

Zaklady Chemiczne "ORGANIKA - AZOT" S.A.
43-600 Jaworzno
Chopina 94
Poland
Tel: 48 32 616 44 42
Fax: 48 32 616 24 17
E Mail: prezes@azot.com.pl

Battle Hayward & Bower Ltd
Victoria Chemical Works
Crofton Drive
Allenby Industrial Estate
Lincoln
LN3 4NP
UK
Tel: 44 1522 529206/541241
Fax: 44 1522 538960

Bábolna Bioenvironmental Centre Ltd
Bábolna Környezetbiológiai Központ Kft.
H-1107
Budapest X
Szallas u, 6
Hungary
Tel: 36 1 262 5170
Fax: 36 1 261 1835
E Mail: babolnab@mail.matav.hu

Baker Petrolite Corp.
Crop Protection Chemicals Div.
P.O. Box 11192
Bakersfield
CA 93389
USA
Tel: 1 661 763 5137
Fax: 1 661 765 6046
E Mail: CropProtectionChemicals@Bakerpetrolite.com

Barclay Chemicals Mfg. Ltd
Barclay House
Lilmar Industrial Estate
Santry, Dublin 9
Ireland
Tel: 353 1 842 5755
Fax: 353 1 842 5381

BASF AG
Crop Protection Division
Agricultural Center
D-67114 Limburgerhof
Germany
Tel: 49 621 60 27578
Fax: 49 621 60 27512
www.basf.de/

Bayer AG
D-51368 Leverkusen
Germany
Tel: 49 2173 38 3281
Fax: 49 2173 38 3564
www.bayer.com/index_en.html

Bayer Corporation
Agriculture Div.
8400 Hawthorn Rd., P.O. Box 4913
Kansas City, MO 64120-0013
USA
Tel: 1 816 242 2000
Fax: 1 816 242 273
www.bayerus.com/index2.html

Bayer India
See
Bayer AG
D-51368 Leverkusen
Germany
Tel: 49 2173 38 3281
Fax: 49 2173 38 3564
www.bayer.com/index_en.html

Becker Microbial Products Inc.
9464 NW 11th St.
Plantation, FL 33322
USA
Tel: 1 954 474 7590
Fax: 1 954 474 2463

Bedoukian Research Inc.
21 Finance Drive, Danbury, CT 06810
USA
Tel: 1 203 830 4000
Fax: 1 203 830 4010

Beneficial Insectary
14751 Oak Run Rd.
Oak Run, CA 96069
USA
Tel: 1 916 472 3715
Fax: 1 916 472 3523
www.insectray.com/

Bharat Pulverising Mills Ltd
See
E. I. D. Parry (India) Ltd
Pesticides Division, Dare House
234 N.S.C. Bose Rd., Chennai 600 001
India
Tel: 91 44 5340251
Fax: 91 44 5340858
E Mail: madhavang@murugappa.co

Bilag
See(1)
Mitsu Industries Ltd
Plot #304/2, II Phase, GIDC
Vapi-396 195 (Gujarat)
India
Tel: 91 2638 30782
Fax: 91 2638 30781
E Mail: mitsu.hirl@vapi.lwbbs.net.in

Aventis CropScience
See(2)
14-20 rue Pierre Baizet
F 69263 Lyon Cedex 09
France
Tel: 33 4 7285 2525
E Mail: info@aventis.com

Bio Protection Pty. Ltd
P.O. Box 35
Warwick, Queensland 4370
Australia
Tel: 61 76 661590
Fax: 61 76 661639
Bio-Care Technology
Woy Woy
NSW
Australia

Biobest
Ilse Velden 18, B-2260 Westerlo
Belgium
Tel: 32 14 231701
Fax: 32 14 231831
www.biobest.be/

Biocontrol Ltd
3 Acacia Crt
Mt. Crosby
Queensland 4306
Australia
Tel: 61 7 32011466
Fax: 61 7 32012492
E Mail: stephen@biocontrol.com.au

BioLogic Co.
Springtown Rd.
PO Box 177
Willow Hill
PA 17271
USA
Tel: 1 717 349 2789
Fax: 1 717 349 292
www.biologicco.com

Biological Control Products SA Ltd
PO Box 1561
Pinetown 3600
South Africa
www.biocontrol.co.za

Biological Services
PO Box 501
Loxton
SA 5333
Australia
Tel: 61 85 846977
Fax: 61 85 845057

Biostadt Agrisciences
New India Centre
17 Cooperage Road
Mumbai 400 001
India
Tel: 91 2020676 - Fax: 91 2027858
E Mail: biostadt@bom5.vsnl.net.in

CBW-Chemie GmbH Bitterfeld-Wolfen
Greppiner Straße 19
06766 Wolfen
Germany
Tel: 49 30 219992 0
Fax: 49 30 2138692

The Boot's Co. Ltd
Aventis CropScience
14-20 rue Pierre Baizet
F 69263 Lyon Cedex 09
France
Tel: 33 4 7285 2525
E Mail: info@aventis.com

Brian Jones and Associates Ltd
Fluorocarbon Building
Caxton Hill, Hertford, Herts
SG13 7NH
UK
Tel: 44 1992 553065
Fax: 44 1992 551873

Royal Brinkmann B.V.
P.O. Box 2
2690 AA>s Gravenzande
Netherlands
Tel: 31 174 411 333
Fax: 31 174 414 301

Buckman Laboratories Inc.
1256 N McLean Blvd.
Memphis, TN 38108
USA
Tel: 1 901 278 0330
Fax: 1 901 276 5343
www.buckman.com/

Budapesti Vegyimüvek Rt.
H-1097 Budapest, Illatos út 19-23
Hungary

Burlington Bio-Medical & Scientific Corp.
71 Carolyn Blvd.
Farmingdale, NY 11735
USA
Tel: 1 516 694 9000
Fax: 1 516 694 9177
www.burlingtoncorp.com/index.htm

CAC Chemical Co. Ltd
785 Beidi Rd., Changning District
Shanghai 200335
China
Tel: 86 21 62341001
Fax: 86 21 62393490
E Mail: cacch@online.sh.cn

Industrie Chimiche Caffaro S.p.A.
Via Friuli 55, 20031 Cesano Maderno, Milan
Italy
Tel: 39 0362 51 4409
Fax: 39 0362 51 4405

Calliope
N.P.P., Route d>Artix, B.P. 80, 64150 Nogueres
France
Tel: 33 559 60 92 18
Fax: 33 559 60 92 19

Compania Argentina de Semillas S.A.
Ruta 8 Km. 157, La Luisa CC. 36
2752 - Capiton Sarmiento, Buenos Aires
Argentina
Tel: 54 478 322 32995
Fax: 54 478 322 32995
E Mail: cas@datamarkets.com.ar

Cedar Chemical Corp.
5100 Poplar Ave., Suite 2414
Memphis, TN 38137
USA
Tel: 1 901 685 5348
Fax: 1 901 684 5398
E Mail: rtomblin@aol.com

Celamerck
BASF AG, Crop Protection Division
Agricultural Center, D-67114 Limburgerhof
Germany
Tel: 49 621 60 27578
Fax: 49 621 60 27512
www.basf.de/

Cequisa
Muntaner 322 1o, 08021 Barcelona
Spain
Tel: 34 93 240 5140
Fax: 34 93 200 5648
E Mail: cequisa@cequisa.com

Cerexagri Inc.
630 Freedom Business Center
Suite 402, King of Prussia, PA 19406
USA
Tel: 1 610 491 2800
Fax: 1 610 491 2801
www.cerexagri.com/

CFPI Nufarm
28 Boulevard Camelinat
F-92230 Gennevilliers
France
Tel: 33 1 40 85 5050
Fax: 33 1 47 92 2545
www.nufarm.com

Crop Genetics International
See
Thermo Trilogy Corp.
9145 Guilford Rd., Suite 175
Columbia, MD 21046-1883
USA
Tel: 1 301 483 3807
Fax: 1 301 604 7015

Chemagro
See
Bayer AG, D-51368 Leverkusen
Germany
Tel: 49 2173 38 3281
Fax: 49 2173 38 3564
www.bayer.com/index_en.html

Chemia S.p.A.
Via Statale 327
44040 Dosso (Ferrara)
Italy
Tel: 39 0532 848477
Fax: 39 0532 848383

Cheminova Agro A/S
PO Box 9, 7620 Lemvig
Denmark
Tel: 45 96 90 96 90
Fax: 45 96 90 96 91
E Mail: info@cheminova.dk

Chemiplant S.A.
Aldecoa 1277
1870 Avellaneda, Buenos Aires
Argentina
Tel: 54 11 42287047
Fax: 54 11 4209 8844
E Mail: ventas@chemiplant.com.ar

Chemol Trading Ltd Co.
See
TRI-Chemical RT
H-1097 Budapest, Illatos·t 19-23
Hungary
Tel: 36 1 280 3748
Fax: 36 1 357 5202
E Mail: trichem@mail.matav.hu

Chemolimpex
TRI-Chemical RT
H-1097 Budapest,Illatos·t 19-23
Hungary
Tel: 36 1 280 3748
Fax: 36 1 357 5202
E Mail: trichem@mail.matav.hu

Chemtech B.V.
Apollolaan 137, 1077 AR Amsterdam
Netherlands
Tel: 31 20 671 5656
Fax: 31 20 671 7541
E Mail: info@chemtechbv.com

ChemTica Internacional Apdo
Apdo 159-2150
San Jose
Costa Rica
Tel: 506 261 2424
Fax: 506 261 5397
E Mail: chemtica@sol.racsa.co.cr

Chevron Chemical Company LLC
1301 McKinney Street, Houston, TX 77010
USA
Tel: 1 713 754 2000
www.chevron.com

Chiltern Farm Chemicals Ltd
11 High St., Thornborough
Buckingham, MK18 2DF
UK
Tel: 44 1280 822400
Fax: 44 1280 822082
www.1sdirectory.com/agri.co_/758.htm

Chinoin Agchem Business Unit
Agro-Chemie Pesticide Manufacturing Trading and Distributing Ltd
H-1225 Budapest, Bunyalég Str. 2.
Hungary
Tel: 36 1 424 1110
Fax: 36 1 424 1115
E Mail: agroch@elender.hu

Chugai Pharmaceutical Co., Ltd
Sumitomo Chemical Co., Ltd
Agricultural Chemicals Sector
5-33 Kitahama 4-chome, Chuo-ku, Osaka 541
Japan
Tel: 81 66 220 3683
Fax: 81 66 220 3350
www.sumitomo-chem.co.jp/

Ciba
See
Syngenta AG
CH-4002 Basel
Switzerland
Tel: 41 61 323 1111
Fax: 41 61 323 1212

Ciba Specialty Chemicals
Water Treatment Division
P.O. Box 38, Low Moor
Bradford, W. Yorks BD12 0JZ
UK
Tel: 44 1274 417000
Fax: 44 1274 606499
www.cibasc.com/

Ciba-Geigy
See
Syngenta AG
CH-4002 Basel
Switzerland
Tel: 41 61 323 1111
Fax: 41 61 323 1212

CiechAgrochemia
P.O. Box 271, Powazkowska St. 46/50
00-950 Warsaw
Poland
Tel: 48 22 639 1580
Fax: 48 22 639 1598

Clorox Company
1221 Broadway
Oakland, CA 94612
USA
Tel: 1 510 271 7000

Coalite Chemicals
PO Box 152
Buttermilk Lane
Bolsover, Chesterfield
Derbyshire S44 6AZ
UK
Tel: 44 1246 826816
Fax: 44 1246 240309

Cochran Corp.
2227 Deadrick Ave.
P.O. Box 14603
Memphis, TN 38114-0603
USA
Tel: 1 901 452 2107
Fax: 1 901 324 6979

Comlets Chemical Industrial Co., Ltd
196, Sec. 1, Shinping Rd.
Taiping Hsiang
Taichung Hsien 411, Taiwan
Rep. of China
Fax: 886 2 23963125

Consep, Inc.
213 S.W. Columbia
Bend, OR 97702
USA
Tel: 1 541 388 3688
Fax: 1 541 388 3705
E Mail: hartmeie@consep.com

Coventry Chemicals Ltd
Woodhams Road, Siskin Drive
Coventry, CV3 4FX
UK
Tel: 44 1203 639739
Fax: 44 1203 639717

Crop Care Australasia Pty Ltd
77 Tingira Street
Pinkenba, Queensland 4008
Australia
Tel: 61 7 3867 9100
Fax: 61 7 3867 9110

Crop Health Products Ltd
D-31/1 Industrial Area, Meerut Rd.
Ghaziabad-201 003, Uttar Praddessh
India
Tel: 91 0575 4712243
Fax: 91 575 4710663
E Mail: Crop@del3.vsnl.net.in

Crystal Chemical Inter-America
6800 SW. 40 St. PMB 499
Miami, FL 33155
USA
Tel: 1 305 662 7640
Fax: 1 305 662 7642
E Mail: ccia@ipof.fla.net

Cuproquim Corp.
6075 Poplar, Suite 500
Memphis TN 38119
USA
Tel: 1 901 537 7298
Fax: 1 901 685 8372
American Cyanamid Co.
See
BASF AG
Crop Protection Division
Agricultural Center
D-67114 Limburgerhof
Germany
Tel: 49 621 60 27578
Fax: 49 621 60 27512
www.basf.de/

Cyclo International S. de R. L. de C. V.
Calle Laurel No. 10, Col. Basso
Rosarito, BC 22710
Mexico
Tel: 52 661 21976
Fax: 52 661 21976

Daikin Industries, Ltd
Umeda Center Bldg.
2-4-12, Nakazaki-nishi, Kita-ku, Osaka 530
Japan
Tel: 81 6 6373 4345
Fax: 81 6 6373 4390
E Mail: thisatak@notes.che.daikin.co.jp

Dainihon Jochugiku
1-4-11 Tosabori
Nishi-ku
Osaka 550
Japan
Tel: 81 66 441 0451
Fax: 81 66 441 6231

Dainippon Ink & Chemicals Inc.
7-20 Nihonbashi 3-chome
Chuo-ku
Tokyo 103-0027
Japan
Tel: 81 3 3272 4511
Fax: 81 3 3281 8589
www.dicwww01.dic.com.jp/index-e.html

Dax Products Ltd
PO Box 119
76 Cyprus Rd.
Nottingham
NG3 5NA
UK
Tel: 44 115 926 9996
Fax: 44 115 966 1173

De Sangosse (UK) SA
PO Box 135
Market Weighton
York, YO4 3YY
UK
Tel: 44 1430 872525
Fax: 44 1430 873123

DE-NOCIL Crop Protection Ltd
I & II Floor, Administrative Bldg.
Pirojshanagar
Eastern Express Highway
Vikhroli (E), Mumbai 400 079
India
Tel: 91 22 5173866
Fax: 91 22 5173867
E Mail: kumar1@dow.com

Defensa S.A.
See
Milenia Agro Ciências S.A.
Rua Pedro Antonio de Souza 400
86031-610 Londrina
Parana
Brazil
Tel: 55 43 371 9000
Fax: 55 43 371 9011
www.herbitecnica.com.br/

Degesch America, Inc.
P.O. Box 116
275 Triangle Dr.
Weyers Cave
VA 24486
USA
Tel: 1 540 234 9281
Fax: 1 540 234 8225
www.degeschamerica.com/index.shtml

ELICIA GmbH Delitzsch
See
Frunol Delicia GmbH
Dübener Str. 137
D-04509 Delitzsch
Germany
Tel: 49 23032 53600
Fax: 49 23032 52650

Denka International B.V.
P.O. Box 337
3770 A H Barneveld
Netherlands
Tel: 31 342 455455
Fax: 31 342 490587
www.ourworld.compuserve.com/homepage/Denka/

Deosan Ltd
DiverseyLever Ltd
Weston Favell Centre
Northampton
NN3 8PD
UK
Tel: 44 1604 783505
Fax: 44 1604 783506

Detia Degesch GmbH
Dr. Werner Freyberg Str. 11
69514 Laudenbach
Germany
Tel: 49 6201 708 0
Fax: 49 6201 708 427
E Mail: jg_huebner@detia-degesch.de

Detia Freyberg GmbH
See
Detia Degesch GmbH
Dr. Werner Freyberg Str. 11
69514 Laudenbach
Germany
Tel: 49 6201 708 0
Fax: 49 6201 708 427
E Mail: jg_huebner@detia-degesch.de

Dhanuka Pesticides Ltd
Dhanuka House
861-862 Joshi Rd.
Karol Bagh
New Delhi 110 005
India
Tel: 91 22 3734817
Fax: 91 22 3742708
E Mail: deviagro@bom5.vsnl.net.in

Diachem S.p.A.
via Tonale 15
24061 Albano S. Alessandro
Bergamo 24061
Italy
Tel: 39 35 581120
Fax: 39 35 581357
www.incentivesys.it/diachem.html

Dintec Agrichemicals
See
Dow AgroSciences
9330 Zionsville Rd.
Indianapolis, IN 46268-1054
USA
E Mail: info@dowagro.com

Dong Bang Agrochemical Corporation
Dongbang Agro Bldg.
1055-2,Namhyon-dong
Kwanak-gu
Seoul
S Korea
www.dongbangagro.co.kr

Dooyang Industrial Co., Ltd
5F, Ducksan Bldg. #432
Sang-dong
Wonmi-ku
Puchon
Kyonggi-do 420-030
S Korea
Tel: 82 32 326 4141~4
Fax: 82 32 326 4145
E Mail: dyindco@doo-yang.co.kr
www.DOOpYANG.CO.KR/

Dow AgroSciences
9330 Zionsville Rd.
Indianapolis, IN 46268-1054
USA
E Mail: info@dowagro.com
www.dowagro.com/

DowElanco
See
Dow AgroSciences
9330 Zionsville Rd.
Indianapolis, IN 46268-1054
USA
E Mail: info@dowagro.com

Dr Maag
See
Syngenta AG
CH-4002 Basel
Switzerland
Tel: 41 61 323 1111
Fax: 41 61 323 1212
www.syngenta.com/

Dr. Tezza s.r.l.
Via Tre Ponti, 22
37050 S. Maria di Zevio (VR)
Italy
Tel: 39 45 6069004
Fax: 39 45 6069118
E Mail: drtezza@drtezza.com

Drexel Chemical Co.
1700 Channel Ave.
Memphis, TN 38113-0327
USA
Tel: 1 901 774 4370
Fax: 1 901 774 4666
E Mail: drexchem@bellsouth.net

DSM Chemie Linz GmbH
Postfach 933, A-4021 Linz
Austria
Tel: 43 70 6916 3619
Fax: 43 70 6916 63619
E Mail: guenter.stadlmair@dsm.at

E. I. du Pont de Nemours
Du Pont Agricultural Products
Walker>s Mill, Barley Mill Plaza
Wilmington, DE 19880
USA
Tel: 1 302 992 2435
Fax: 1 302 992 6477
www.dupont.com/index.html

Du Pont Hybrinova
La Butte, 11, rue Gutenberg
91620 NOZAY
France
Tel: 33 1 69 63 34 34
Fax: 33 1 69 63 34 30

Dunhill Chemical Co.
3026 Muscatel Ave.
Rosmead, CA 91770
USA
Tel: 1 818 288 1271
Fax: 1 818 288 3930

Solvay Duphar B.V.
Uniroyal Chemical Co., Inc.
Benson Rd., Middlebury
CT 06749
USA
Tel: 1 203 573 2000
Fax: 1 203 573 3394
www.uniroyalchemical.com/

E. Merck
See
BASF AG
Crop Protection Division
Agricultural Center
D-67114 Limburgerhof
Germany
Tel: 49 621 60 27578
Fax: 49 621 60 27512
www.basf.de/

Ecogen Inc.
2000 West Cabot Blvd.
Langhorne, PA 19047-1811
USA
Tel: 1 215 757 1590
Fax: 1 215 757 2956
www.ecogeninc.com/index.html

K. & N. Efthymiadis S.A.
P.O. Box 48
570 22 Sindos Industrial Area
Thessaloniki
Macedonia
Greece
Tel: 30 31 798403
Fax: 30 31 798423
E Mail: info@efthymiadis.gr

Eikou Kasei Co., Ltd
Agrochemicals Division
Violet Akihabara Bldg.
18-1 Kanda Matsunaga-cho
Chiyoda-ku
Tokyo 101-0023
Japan
Tel: 81 3 5256 3861
Fax: 81 3 5256 3864

Elf Atochem Agri S.A.
See
Cerexagri Inc.
630 Freedom Business Center
Suite 402
King of Prussia
PA 19406
USA
Tel: 1 610 491 2800
Fax: 1 610 491 2801
www.cerexagri.com/

Elf Atochem N America Inc.
See
Cerexagri Inc.
630 Freedom Business Center
Suite 402, King of Prussia
PA 19406
USA
Tel: 1 610 491 2800
Fax: 1 610 491 2801
www.cerexagri.com

Endura S.p.A.
Viale Pietramellara 5
40121 Bologna
Italy
Tel: 39 051 5281 111
Fax: 39 051 55 72 55
E Mail: endura@endura.it
English Woodlands Biocontrol
Hoyle Depot, Graffham
Petworth, W. Sussex
GU28 0LR
UK
Tel: 44 1798 867574
Fax: 44 1798 867574
www.pestmangement.co.uk/libarary/insect_house/companies/ih004.html

Entek Corporation
Suite E, 6835 Deerpath Road
Elkridge
MD 21075
USA
Tel: 1 410 579 1622
Fax: 1 410 579 1633
E Mail: mail@entekcorp.com

Esso s.a.f.
2 rue des Martinets
92569 Reuil-Malmaison Cedex
France
Tel: 33 1 47 10 66 62
Fax: 33 1 47 10 65 37

Evolya
Syngenta AG
CH-4002 Basel
Switzerland
Tel: 41 61 323 1111
Fax: 41 61 323 1212
www.syngenta.com/

Excel Industries Ltd
184-87 Swami Vivekanand Rd.
Jogeshwari (West), Mumbai 400 102
India
Tel: 91 22 6788258
Fax: 91 22 6783657
E Mail: excelmumbai@excelind.com

Fair Products, Inc.
P.O. Box 386, Cary, NC 27512-0386
USA
Tel: 1 919 467 8352
Fax: 1 919 467 9142

Fargro Ltd
Toddington Lane, Littlehampton
W. Sussex BN17 7PP
UK
Tel: 44 1903 721591
Fax: 44 1903 730737
E Mail: promos-fargro@btinternet.com
Farm Protection
See
Syngenta AG
CH-4002 Basel
Switzerland
Tel: 41 61 323 1111
Fax: 41 61 323 1212
www.syngenta.com/

FBC Ltd
See
Aventis CropScience
14-20 rue Pierre Baizet
F 69263 Lyon Cedex 09
France
Tel: 33 4 7285 2525
E Mail: info@aventis.com

Farmers Crop Chemicals Ltd
Thorn Farm, Evesham Rd., Inkberrow
Worcs. WR7 4LJ
UK
Tel: 44 1386 793401
Fax: 44 1386 793184
www.1stdirectly.com/agri/co_703.htm
Feinchemie Schwebda GmbH
Strassburger Strasse 5
D-37269 Eschwege
Germany
Tel: 49 5651 92370
Fax: 49 5651 22442
E Mail: fcs.int@fcs_feinchemie.com

Fermenta
See
Zeneca Agrochemicals
www.syngenta.com/

Ficom Organics Ltd
Export Dept, 162 Maker Chamber III
Nariman Point, Mumbai 400 021
India
Tel: 91 22 2855481
Fax: 91 22 204 3961
E Mail: ficom.born@sm1.sprintrpg.ems.vsnl.net.in

Fine Agrochemicals Ltd
Hill End House, Whittington
Worcester, WR5 2RL
UK
Tel: 44 1905 361800
Fax: 44 1905 361810
E Mail: enquire@fine-agrochemicals.com

Fisons Ltd
See
Aventis CropScience
14-20 rue Pierre Baizet
F 69263 Lyon Cedex 09
France
Tel: 33 4 7285 2525
E Mail: info@aventis.com

Florin
H-6725 Szeged
KenyÚrgyÚr u. 5
Hungary
Tel: 36 62 471 853 - Fax: 36 62 469 365

FMC Corp.
Agricultural Products Group
1735 Market St.
Philadelphia, PA 19103
USA
Tel: 1 215 299 6661
Fax: 1 215 299 6256
www.ag.fmc.com/index2.asp

Ford Smith & Co Ltd
Lyndean Industrial Estate
Felixstowe Rd.
Abbey Wood
London SE2 9SG
UK
Tel: 44 20 8310 8127
Fax: 44 20 8310 9563

Fortune Biotech
6-6-125 Annam gardens
Kavidiguda
Secunderabad 500 380
India
Tel: 91 40 817978 - Fax: 91 40 843945
www.fortunebiotech.com/

Forward International Ltd
P.O. Box 81249
5/F, No. 112, Tun Hua N. Rd.
Taipei, Taiwan
Rep. of China
Tel: 886 2 2545 1592
Fax: 886 2 2718 2614
www.forwardinter.com

Frunol Delicia GmbH
Dübener Str. 137
D-04509 Delitzsch
Germany
Tel: 49 23032 53600
Fax: 49 23032 52650
www.frunol-delicia.de

Fugran Comercial e Industrial S.A.
Av. Independencia 1253
6th Floor, Office B
1099 Buenos Aires
Argentina
Tel: 54 11 4 383 4669
Fax: 54 11 4 382 1748 (12)
E Mail: bsas@fugranarg.com.ar

Fujisawa Pharmaceutical
Chemicals Group
3-4-6 Nihonbashi Honcho
Chuo-ku
Tokyo 103
Japan
Tel: 81 3 3279 0882
Fax: 81 3 3241 5805
www.fujisawa.com.jp/index.html

GB Biosciences
See
Syngenta AG
CH-4002 Basel
Switzerland
Tel: 41 61 323 1111
Fax: 41 61 323 121
www.syngenta.com/

Geigy
See
Syngenta AG
CH-4002 Basel
Switzerland
Tel: 41 61 323 1111
Fax: 41 61 323 1212

General Quimica, S.A.
Apartado 13
09200 Miranda de Ebro
Burgos
Spain
Tel: 34 96 351 34 26
Fax: 34 96 351 03 57
www.gequisa.es/home.htm

Georgia-Pacific Corp.
P.O. Box 1236
300 W. Laurel St. (98225)
Bellingham, WA 98227
USA
Tel: 1 360 733 4410
Fax: 1 360 676 7206
www.gp.com/chemical/

Gharda Chemicals Ltd
B-27
MIDC
Dombivli (E), 421 203
Dist. Thane, Maharastra State
India
Tel: 91 251 471216
Fax: 91 251 472777
E Mail: gclmd@giasbm01.vsnl.net.in

Gilmore Marketing & Development, Inc.
152 Collins St.
Memphis
TN 38112
USA
Tel: 1 901 323 5870
Fax: 1 901 454 0295
E Mail: gmdinc@bellsouth.net

Gist-Brocades N.V.
See
DSM Chemie Linz GmbH
Postfach 93
A-4021 Linz
Austria
Tel: 43 70 6916 3619
Fax: 43 70 6916 63619
E Mail: guenter.stadlmair@dsm.at

Gowan Co.
P.O. Box 5569
Yuma
AZ 85366-5569
USA
Tel: 1 520 783 8844
Fax: 1 520 343 9255
E Mail: gowan@primenet.com

Graincare (Colchester) Ltd
17 Woodlands
Colchester
Essex
CO4 3JA
UK
Tel: 44 1206 862436
Fax: 44 1206 862436

Great Lakes Chemical Corp.
P.O. Box 2200
One Great Lakes Blvd.
West Lafayette, IN 47996-0200
USA
Tel: 1 765 497 6384
Fax: 1 765 497 6666
E Mail: agprod@glcc.com

GreenCrop Technology Ltd
Burren House
2 Cowbrook Court
Glossop, Derbyshire, SK13 8SL
UK
Tel: 44 1457 856001
Fax: 44 1457 857137

Griffin L.L.C.
P.O. Box 1847
Rocky Ford Road
Valdosta, GA 31603
USA
Tel: 1 912 242 8635
Fax: 1 912 244 5813
www.griffinllc.com

Gujarat Insecticides Ltd
See
Gharda Chemicals Ltd
B-27
MIDC
Dombivli (E), 421 203
Dist. Thane
Maharastra State
India
Tel: 91 251 471216
Fax: 91 251 472777
E Mail: gclrnd@giasbm01.vsnl.net.in

Gustafson Inc.
1400 Preston Rd., Suite 400
Plano, TX 75093
USA
Tel: 1 972 985 8877
Fax: 1 972 985 1696
www.gustafson.com/product.html

HACCO Inc.
110 Hopkins Dr.
Randolph, WI 53956
USA
Tel: 1 920 326 5141
Fax: 1 920 326 5135

Hanwha Corp.
See
Dooyang Industrial Co., Ltd
5F, Ducksan Bldg. #432
Sang-dong, Wonmi-ku
Puchon, Kyonggi-do 420-030
S Korea
Tel: 82 32 326 4141~4
Fax: 82 32 326 4145
E Mail: dyindco@doo-yang.co.kr

Headland Agrochemicals Ltd
Norfolk House
Gt. Chesterford Court, Gt. Chesterford
Saffron Walden, Essex CB10 1PF
UK
Tel: 44 1799 530146
Fax: 44 1799 530229
www.headlan-ag.com/product.com/

J. V. Heatherington Farm & Garden Supplies
29 Main St, Glenary
Crumlin, Co. Antrim
BT29 4LN
UK
Tel: 44 18494 22227

Hegang Heyou Agrochem Co., Ltd
45 Heyou Road, Hegang
China
Tel: 86 20 86649851
Fax: 86 20 86644947
E Mail: heyouagr@public.guangzhou.gd.cn

Helena Chemical Co.
6075 Poplar Ave., Suite 500
Memphis, TN 38119
USA
Tel: 1 901 761 0050
Fax: 1 901 756 9947
www.helenachemical.com/

Helm Great Britain Chemicals Ltd
Wimbledon Bridge House
1 Hartfield Rd., London, SW19 3RU
UK
Tel: 44 20 8544 9000
Fax: 44 20 8544 1011
www.helm.ag.com

Herbex Produtos Quimicos, Lda.
Estrada de Albarraque
2710 Sintra
Portugal
Tel: 351 1 915 81 35/36
Fax: 351 1 915 00 21
E Mail: herbex@mail.telepac.pt

Herbitécnica Defensivos Agricolas Ltda
Milenia Agro Ciências S.A.
Rua Pedro Antonio de Souza 400
86031-610 Londrina, Parana
Brazil
Tel: 55 43 371 9000
Fax: 55 43 371 9011

Hercon Environmental
P.O. Box 435
Emigsville, PA 17318-0435
USA
Tel: 1 717 764 1192
Fax: 1 717 767 1016

Hercules
See
Aventis CropScience
14-20 rue Pierre Baizet
F 69263 Lyon Cedex 09
France
Tel: 33 4 7285 2525
E Mail: info@aventis.com

Hermoo Belgium nv
Zepperenweg 257, B-3800 Sint-Truiden
Belgium
Tel: 32 11 686866
Fax: 32 11 707484
E Mail: hermoo@hermoo.be

Hickson & Welch Ltd
Wheldon Rd.
Castleford, W Yorks
WF10 2JT
UK
Tel: 44 1977 556565
Fax: 44 1977 550910

Hico Products Ltd
P.B. 16483, 771 Pandit Satavlekar Marg.
Mahim, Mumbai 400 016
India
Tel: 91 22 4377231
Fax: 91 22 4221526

High Kite Ltd
7th Floor, 11-15 Chatham Road South
Tsimshatsui, Kowloon, Hong Kong
Tel: 852 23 68 71 17
Fax: 852 23 66 81 82

Hindustan Insecticides Ltd
Scope Complex Core 6
2nd Floor, 7 Lodi Road
New Delhi 1100 03
India
Tel: 91 11 436 2165
Fax: 91 11 436 2116
E Mail: hilhq@ndc.vsnl.net.in

Hodogaya Chemical Co., Ltd
11 Th. F, Kowa Kawasaki Nishiguchi bldg.
66-2 Horikawa-chou
Saiwai-ku, Kawasaki, Kanagawa 210
Japan
Tel: 81 44 549 6622
Fax: 81 44 549 6630
E Mail: nouyaku.hcc@hodogaya.co.jp

Hokko Chemical Industry Co., Ltd
Mitsui Building No.2 4-20
Nihonbashi Hongoku-cho 4-Chome
Chuo-ku, Tokyo 103-8341
Japan
Tel: 81 3 3279 5361
Fax: 81 3 3279 5165
E Mail: kaihatsu@hokkochem.co.jp

Hopkins Agricultural Chemical Co.
See
HACCO Inc.
110 Hopkins Dr.
Randolph, WI 53956
USA
Tel: 1 920 326 5141
Fax: 1 920 326 5135

Hortag Chemicals Ltd
Salisbury Rd.
Downton
Wilts
SP5 3JJ
UK
Tel: 44 1725 512822
Fax: 44 1725 512840

Hortichem Ltd
1b, Mills Way
Boscombe Down Business Park
Amesbury, Wilts.
SP4 7RX
UK
Tel: 44 1980 676500
Fax: 44 1980 626555
E Mail: hortichem@hortichem.co.uk

Hui Kwang Chemical Co., Ltd
17-10 Ling Tzyy Lin
Matou
Tainan
Tainan Hsien
Taiwan
Rep. of China
Tel: 886 6 5702181
Fax: 886 6 5700065
E Mail: huikwang@mis.hkc.com.tw

Hunan Provincial Linxiang Amino-Chemical Factory
West Qiu Suo Road
Yueyang City 414000, Hunan
China
Tel: 86 730 8844390
Fax: 86 730 8847753

ICI Agrochemicals
See
Syngenta AG
CH-4002 Basel
Switzerland
Tel: 41 61 323 1111
Fax: 41 61 323 1212
www.syngenta.com/

ICI Australia
See
Crop Care Australasia Pty Ltd
77 Tingira Street, Pinkenba
Queensland 4008
Australia
Tel: 61 7 3867 9100
Fax: 61 7 3867 9110

ICN Hungary Co. Ltd
H-1036 Budapest, Lajos u. 48-66. D/1
Hungary
Tel: 36 1 4362100
Fax: 36 1 4362124
www.foobar.szabinet.hu/~icnal:/index.html

Idemitsu Kosan Co., Ltd
3-1-1 Marunouchi
Chiyoda-ku, Tokyo 100
Japan
Tel: 81 3 3213 3115
Fax: 81 3 3213 9354
www.idemitsu.co.jp/e/index.html

hara Chemical Industry Co., Ltd
1-4-26 Ikenohata, Taito-ku, Tokyo 110
Japan
Tel: 81 3 3822 5223
Fax: 81 3 3828 9887

Iharabras S.A. Indstrias Qumicas
Av. Liberdade, 1.701
Caixa Postal 303
CEP 18001-970 -Sorocaba
Sao Paulo
Brazil
Tel: 55 15 225 1744
Fax: 55 15 225 2771
www.ihara.com.br/

IMC Global USA
2100 Sanders Rd.
Northbrook, IL 60062
USA
Tel: 1 847 205 9200
Fax: 1 847 205 4805
www.imcglobal.com/

India Pesticides Ltd
Water Works Road, Aishbagh
Lucknow 226 004 (U.P.)
India
Tel: 91 522 269194
Fax: 91 522 269873

Indofil Chemicals Co.
Nirlon House, Dr. Annie Besant Rd.
P.O. Box 9122, Mumbai 400 025
India
Tel: 91 22 493 7391
Fax: 91 22 493 5667
E Mail: indofil@giasbm01.vsnl.net.in

Ingenieria Industrial S.A. de C.V.
Ave. Coyoacan 1878-403
Colonia del Valle 03100, Mexico D.F.
Mexico
Tel: 52 5 524 8369
Fax: 52 5 524 8270
E Mail: bravo@bravoag.com.mx

Inquinosa Internacional S.A.
Hermanos Escartin, 7
28224 Pozuelo de Alarcn
Madrid
Spain
Tel: 34 91 351 1938
Fax: 34 91 351 1830
E Mail: inqueo@arrakis.es

Inquiport, S.A.
Av. Princopal de Macaracuay
Mult. Macaracuay, Piso 11, Ofic. 03
Caracas
Venezuela
Fax: 58 2 256 0836
E Mail: giorgetti@inquiport.com

International Specialty Products
1361 Alps Rd., Wayne, NJ 07470
USA
Tel: 1 973 628 4000
Fax: 1 973 628 4117
E Mail: info@ispcorp.com

Intervet International B.V.
Wim de Krverstraat 35, 5831 An Boxmeer
Netherlands
Tel: 31 485 587 600
Fax: 31 485 577 333
E Mail: info@intervet.com

Intrachem (International) S.A.
34 Quai de Cologny
Cologny, CH-1223 Geneva
Switzerland
Tel: 41 22 736 78 87
Fax: 41 22 736 24 10
www.interchem.it/

Brian Lewis Agriculture Ltd
Byemoor Farm
Melmerby
Leyburn
N. Yorks, DL8 4TW
UK
Tel: 44 1969 640655
Fax: 44 1969 640633

IPESA S.A.
Joaquin V Gonzalez 4977
CP 1419
Buenos Aires
Argentina
Tel: 54 11 4501 6800
Fax: 54 11 4502 0305
E Mail: ipesa1@infovia.com.ar

IPM Laboratories Inc.
Main St
Locke
NY 13092-0300
USA
Tel: 1 315 497 2063
Fax: 1 315 497 3129
www.ipmlabs.com/

IPM Technologies Inc.
4134 North Vancouver Ave.
Suite 305
Portland OR 97217
USA
Tel: 1 503 288 2493
Fax: 1 503 288 1887
E Mail: semiochem@aol.com

Industrias Quimicas del Vallés SA
Av. Rafael de Casanova 81
08100 Mollet del Valles
Barcelona
Spain
Tel: 34 93 579 6677
Fax: 34 93 593 80 11
E Mail: iqv@iqv-valles.com

Irish Drugs Ltd
Burnfoot
Lifford
Co. Donegal
Ireland
Tel: 353 77 68103/4
Fax: 353 77 68311

Isagro S.p.A.
Centro Uffici San Siro
Fabricato D, ala 3 - Via Caldera
20153 Milano
Italy
Tel: 39 02 40901 1
Fax: 39 02 40901 287
E Mail: Isagro@Isagro.it

Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd
Biosciences Business Headquarters
10-30 Fujimi 2-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 102-0071
Japan
Tel: 81 3 3230 8614
Fax: 81 3 3230 8786

ISK Biocides Inc.
416 E Brooks Rd.
Memphis TN 38109
USA
Tel: 1 901 683 9464
Fax: 1 901 344 5387

ISK Biosciences Corp.
See
Syngenta AG
CH-4002 Basel
Switzerland
Tel: 41 61 323 1111
Fax: 41 61 323 1212
www.syngenta

Istrochem a.s.
Nobelova 34
836 05 Bratislava, Slovak Republic
Tel: 421 7 4951 2878
Fax: 421 7 4951 2350
E Mail: istroch@istrochem.sk

Janssen Pharmaceutica, N.V.
Plant & Material Protection Division
Turnhoutseweg 30, B-2340 Beerse
Belgium
Tel: 32 14 60 2527
Fax: 32 14 60 5951
www.janssenpharmaceutica.be

The Japan Carlit Co. Ltd
Nihon Carlit Co, Ltd
Fine Chemical R & D Office
2-1 Nihonbashi 1-chome, Chuo-ku
Tokyo 103
Japan

Jiangsu Eternal Union Group Corp.
7 Yi Jian Road
Jiangyin 214431
China
Tel: 86 510 6819883
Fax: 86 510 681 9884
E Mail: jeuied@public1.wx.js.cn

Jiangsu Yangnong Chemical Group Co., Ltd
39 Wenfeng Road
Yangzhou
China
Tel: 86514 7820462, 86514 7813243-240
Fax: 86514 7081005, 86514 7814008
E Mail: yn.gmb1@public.yz.js.cn

Jiangsu Institute of Ecomones
102 Ximen Avenue
Jintan
Jiangsu 213200
China
Tel: 86 519 2821700
Fax: 86 519 2821700
E Mail: info@jsmone.com

Jin Hung Fine Chemicals Co., Ltd
543-6 Kajwa 3-dong, Seoku
Incheon 404 253
S Korea
Tel: 82 32 578 5171~3
Fax: 82 32 577 7349

Jingma Chemicals Ltd
6FI-C Hauzhe Plaza
Hangzhou Zhejiang 310006
China
Tel: 86 571 5270127
Fax: 86 571 5270122
E Mail: jmc@mail.hz.zj.cn

Kaken Pharmaceutical Co., Ltd
2-28-8 Honkomagome
Bunkyo-ku, Tokyo 113-8650
Japan
Tel: 81 3 5977 5002
Fax: 81 3 5977 5131
www.kaken.co.jp

Karapur Agro Pvt. Ltd
Vaibhav Apts., 1st Floor
Vidya Nagar Colony, Miramar
Panjim, Goa - 403 001
India
Tel: 91 0832 224844

Kemira Fine Chemicals Oy
P.O. Box 330, FIN-00101 Helsinki 10
Finland
Tel: 358 10 862 1552
Fax: 358 10 862 1624
E Mail: kari.hellamaki@kemira.com

KenoGard
See
Sumitomo Chemical Co., Ltd
Agricultural Chemicals Sector
5-33 Kitahama 4-chome
Chuo-ku, Osaka 541
Japan
Tel: 81 66 220 3683
Fax: 81 66 220 3350
www.sumitomo-chem.com.jp/

Kerr-McGee Chemical Corp.
See
IMC Global USA
2100 Sanders Rd., Northbrook, IL 60062
USA
Tel: 1 847 205 9200
Fax: 1 847 205 4805
www.imcglobal.com/

KFZB Biotechnik GmbH
Glienicker Weg 185, D-12489 Berlin
Germany
Tel: 49 30 670570
Fax: 49 30 67057233

Killgerm Chemicals Ltd
115 Wakefield Rd., Flushdyke
Ossett, W. Yorks WF5 9BW
UK
Tel: 44 1924 265090
Fax: 44 1924 265033
www.killgerm.com/

Kincaid Enterprises, Inc.
P.O. Box 549, Nitro, WV 25143
USA
Tel: 1 304 755 3377
Fax: 1 304 755 4547

KMG-Bernuth
10611 Harwin, Suite 402
Houston TX 77306
USA
Tel: 1 713 988 9252
Fax: 1 713 988 9298
www.kmgb.com/

Kohjin Co., Ltd
1-21, Nihombashi Muromachi 4-chome
Chuo-ku
Tokyo
Japan
Tel: 81 3 3242 3020
Fax: 81 3 3242 3077
www.kojan.co.jp

Koppert B.V.
Veilingweg 17
P.O. Box 155, 2650 AD Berkel en Rodenrijs
Netherlands
Tel: 31 10 5140444
Fax: 31 10 5115203
E Mail: info@koppert.nl

Krishi Rasayan (Bihar)
FMC Fortuna, Block No. A11, 4th Fl.
234/3A Acharya Jagadish Chandra Bose Rd.
Calcutta 700 020
India
Tel: 91 33 247 5719
Fax: 91 33 247 1436
E Mail: krishi.rasayan@gems.vsnl.net.in

Kubota Corp.
1-2-47 Shikitsuhigashi, Naniwa-ku
Osaka 556-91
Japan
Tel: 81 66 648 2111
Fax: 81 66 648 3862
www.kubota.co.jp/english/index.html

Kumiai Chemical Industry Co., Ltd
4-26 Ikenohata 1-chome
Taitoh-ku, Tokyo 110-8782
Japan
Tel: 81 3 3822 5036
Fax: 81 3 3822 6830

Kunafin Trichogramma Insectaries
Rte. 1, Box 39, Quemado, TX 78877
USA
Tel: 1 800 832 1113
Fax: 1 512 757 1468
www.lacewings.com/english.html

Kuo Ching Chemical Co., Ltd
6F, No. 229 Chung Sing St..
Taichung, Taiwan
Rep. of China
Tel: 886 4 3215616
Fax: 886 4 3109292

Kureha Chemical Industry Co., Ltd
1-9-11 Nihonbashi Horidome-cho
Chuo-ku, Tokyo 103-8552
Japan
Tel: 81 3 3249 4632
Fax: 81 3 3249 4745
www/kureha.co.jp/eng/index.html

F. Joh. Kwizda GmbH
Laaer Bundesstrasse, 2100 Leobendorf
Austria
Tel: 43 2262 735 40 40
Fax: 43 2262 735 40 49
E Mail: lw.leobdf.@kwizda.co.a

Kyung Nong Corporation
Dong Oh Bldg., 1337-4, Seocho Dong
Seocho-Gu, Seoul 137-072
C.P.O Box 647
S Korea
Tel: 82 2 3474 0670 79
Fax: 82 2 3474 4227

La Cornubia S.A.
B.P. 55, 33016 Bordeaux Cedex
France
Tel: 33 557 77 55 00
Fax: 33 556 32 50 13
www.agtrol.com/ahowearemain.html

La Quinoléine
Syngenta AG
CH-4002 Basel
Switzerland
Tel: 41 61 323 1111
Fax: 41 61 323 1212
www.syngenta.com/

Ladda Co., Ltd
See
Ladda Group
99/220 Tessabansongkroah Rd.
ladyao, Jatujak, Bangkok 10900
Thailand
Tel: 66 2 954 3120 6
Fax: 66 2 954 3128
E Mail: laddagrp@asiaaccess.net.th

Lainco S.A.
Avda. Bizet, 8-12
Pol. Ind. Can Jardi
08191 Rubi (Barcelona)
Spain
Tel: 34 93 586 20 15
Fax: 34 93 586 21 30
E Mail: lainco@scfes.es

Landgold & Co. Ltd
PO Box 829
Charles House
Charles St
St Helier
Jersey JE4 9NZ
UK
Tel: 44 1534 68446
Fax: 44 1534 32843

LG Chemical Ltd
20 Youido-Dong, Yongdungpo-gu
Seoul 150-721
S Korea
Tel: 82 2 783 9424
Fax: 82 2 783 9424
www.lgchem.co.kr/

Force Limagrain
Groupe Limagrain, B.P. 1 - 63720 Chappes
France
Tel: 33 4 73 63 40 00
Fax: 33 4 73 63 40 44
E Mail: limagrain@limagrain.com

Liphatech S.A.
5-9 rue Anquetil
94736 Nogent-sur-Marne Cedex
France
Tel: 33 1 43 94 55 50
Fax: 33 1 48 77 44 31

Lonza Ltd
Münchensteinerstrasse 38, CH-4002 Basel
Switzerland
Tel: 41 61 316 8111
Fax: 41 61 316 8304
E Mail: renato.joos@lonzagroup.com

Loveland Industries, Inc.
P.O. Box 1289, Greeley, CO 80632-1289
USA
Tel: 1 970 356 8920
Fax: 1 970 356 8926
E Mail: jwolf@loveland.uap.com

Quimica Lucava, S.A. de C.V.
Camino A Tepalcapa No. 224
Apdo. Postal 59
54900 Tultitlán, Edo. de México
Mexico
Tel: 52 5 884 71 44
Fax: 52 5 884 71 45
E Mail: qlucava1@df1.telmex.net.mx

Wujiang Luosen Chemicals Co., Ltd
North End
Tong Luo Town, Wujiang City 215327
Jiangsu Province
China
Tel: 86 512 3882661
Fax: 86 512 3881383
E Mail: luosenchem<sales@hi2000>

Lupin Agrochemicals (India Ltd)
Cheminova Agro A/S, PO Box 9
7620 Lemvig
Denmark
Tel: 45 96 90 96 90
Fax: 45 96 90 96 91
E Mail: info@cheminova.dk

Luxan B.V.
P.O. Box 9
Industrieweg 2, 6660 AA Elst (Gld)
Netherlands
Tel: 31 481 360811
Fax: 31 481 372479
E Mail: LUXAN@LUXAN.COM

M&R Durango Inc.
PO Box 886
Bayfield, CO 81122
USA
Tel: 1 303 259 3521
Fax: 1 303 259 3857
www.goodbug.com/

Mallinckrodt Inc.
675 McDonnell Boulevard
St Louis MO 63134
USA
www.mallinckrodt.com/

Mandops (UK) Ltd
36 Leigh Rd., Eastleigh
Hants, SO50 9DT
UK
Tel: 44 23 8064 1826
Fax: 44 23 8062 9106
E Mail: enquiries@mandops.co.uk

A H Marks & Co., Ltd
Wyke Lane, Wyke
Bradford
W. Yorks BD12 9EJ
UK
Tel: 44 1274 691234
Fax: 44 1274 691176
E Mail: postmaster@ahmarks.com

Marman USA, Inc.
500 N Westshore Blvd.
Ste 405
Tampa FL 33609
USA
Tel: 1 813 286 2503
Fax: 1 813 287 1348
E Mail: info@marmanusa.com

Marubeni Corporation
Agrobusiness section
1-4-2 Ohtemachi
Chiyoda-ku
Tokyo 100-88
Japan
Tel: 81 3 3282 4243
Fax: 81 3 3282 9655
www.marubeni.co.jp/

J J Mauget Co.
2810 North Figueroa St.
Los Angeles
CA 90065
USA
www.mauget.com/frame2.html

May & Baker
See
Aventis CropScience
14-20 rue Pierre Baizet
F 69263 Lyon Cedex 09
France
Tel: 33 4 7285 2525
E Mail: info@aventis.com

Meghmani Organics Ltd
Meghmani House
Shree Nivas Society
Off New Vikashgruh Rd.
Paldi, Ahmedabad
Gujarat 380 007
India
Tel: 91 79 6640668
Fax: 91 79 6640670
E Mail: molvatva@ad1.vsnl.net.in

Meiji Seika Kaisha Ltd
Agrochemical Department
2-4-16 Kyobashi, 2-chome
Chuo-ku
Tokyo 104
Japan
Tel: 81 3 3272 6511
Fax: 81 3 3271 5792

Merck & Co., Inc.
One Merck Drive, P.O. Box 100
Whitehouse Station, NJ 08889-0100
USA
Tel: 1 908 423 1000
Fax: 1 908 594 4662
www.merck.com/

McLaughlin Gormley King Co.
8810 Tenth Avenue N
Minneapolis, MN 55427
USA
Tel: 1 612 544 0341
Fax: 1 612 544 6437
www.mgk.com/

Mico Farm Chemicals Ltd
Viscose Towers, 1078 Avanashi Rd.
Coimbatore 641 018
India
Tel: 91 422 218020
Fax: 91 422 218030

Micro Flo Co.
530 Oak Court, Memphis, TN 38117
USA
Tel: 1 901 432 5000
Fax: 1 901 432 5100
www.microflocompany.com/Aboutus.htm

MicroBio Ltd
17 High St, Whittlesford
Cambridge, CB2 4LT
UK
Tel: 44 1223 830860
Fax: 44 1223 830861
E Mail: microbio@dial.pipex.com

Milenia Agro Ciências S.A.
Rua Pedro Antonio de Souza 400
86031-610 Londrina, Parana
Brazil
Tel: 55 43 371 9000
Fax: 55 43 371 9011
www.herbitecnica.com.br/

Miracle Garden Care Ltd
See
The Scotts Company (UK) Ltd
Paper Mill Lane, Bramford
Ipswich, Suffolk, IP8 4BZ
UK
Tel: 44 1473 830492
Fax: 44 1473 830386

Mirfield Sales Services Ltd
Denaby Lane Industrial Estate
Denaby Lane, Old Denaby
Doncaster, S. Yorks DN12 4LQ
UK
Tel: 44 1709 772200
Fax: 44 1709 772201
www.nufarm.com/

Mitchell Cotts Chemicals Ltd
P.O. Box 6, Steanard Lane, Mirfield
West Yorkshire WF14 9QB
UK
Tel: 44 1924 493861
Fax: 44 1924 490972
www.ascotfine.com/

Mitsu Industries Ltd
Plot #304/2, II Phase
GIDC, Vapi-396 195 (Gujarat)
India
Tel: 91 2638 30782
Fax: 91 2638 30781
E Mail: mitsu.hirl@vapi.lwbbs.net.in

Mitsubishi Chemical Corp.
Mitsubishi Building, 5-2 Marunouchi 2-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 100-0005
Japan
Tel: 81 3 3283 6274
Fax: 81 3 3283 6287
www.m-kagaku.co.jp/index_en.htm

Mitsubishi Kasei Corporation
See
Mitsubishi Chemical Corp.
Mitsubishi Building
5-2 Marunouchi 2-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 100-0005
Japan
Tel: 81 3 3283 6274
Fax: 81 3 3283 6287
www.m-kagaku.co.jp/index_en.htm

Mitsubishi Petrochemical Co., Ltd
Mitsubishi Chemical Corp.
Mitsubishi Building
5-2 Marunouchi 2-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 100-0005
Japan
Tel: 81 3 3283 6274
Fax: 81 3 3283 6287
www.m-kagaku.co.jp/index_en.htm

Mitsui Chemicals Inc.
Fine Chemicals Division
Overseas Operation Dept.
3-2-5 Kasumigaseki Bldg.
Chiyoda-ku, Tokyo 100-6070
Japan
Tel: 81 3 3592 4852
Fax: 81 3 3592 4282
E Mail: chiaki.sakurama@mitsui-chem.co.jp

Mitsui Petrochemical Industries
Mitsui Chemicals Inc., Fine Chemicals Division
Overseas Operation Dept.
3-2-5 Kasumigaseki Bldg., Chiyoda-ku
Tokyo 100-6070
Japan
Tel: 81 3 3592 4852
Fax: 81 3 3592 4282
E Mail: chiaki.sakurama@mitsui-chem.co.jp

Mitsui Toatsu Chemicals, Inc.
Fine Chemicals Division, Overseas Operation Dept.
3-2-5 Kasumigaseki Bldg., Chiyoda-ku
Tokyo 100-6070
Japan
Tel: 81 3 3592 4852
Fax: 81 3 3592 4282
E Mail: chiaki.sakurama@mitsui-chem.co.jp

Mobay
Bayer AG, D-51368 Leverkusen
Germany
Tel: 49 2173 38 3281
Fax: 49 2173 38 3564
www.bayer.com/index_en.html

Monsanto Co.
800 N. Lindbergh Blvd.
St. Louis, MO 63167
USA
Tel: 1 314 694 1000
Fax: 1 314 694 7625
www.monsanto.com/monsanto/index4.html

Monterey Chemical Co.
P.O. Box 35000
Fresno, CA 93745-5000
USA
Tel: 1 559 499 2100
Fax: 1 559 499 1015
E Mail: info@montereychemical.com

MotomCo, Ltd
29, N. Fort Harrison Ave.
Clearwater, FL 33755
USA
Tel: 1 727 447 3417
Fax: 1 727 447 5141
www.motomco.com

MTM Agrochemicals Ltd
See
United Phosphorus Ltd
Chadwick House
Birchwood Park
Warrington
Cheshire
WA3 6AE
UK
Tel: 44 1925 819999
Fax: 44 1925 817425
www.uniphos.com/

Murphy
See
Dow AgroSciences
9330 Zionsville Rd.
Indianapolis, IN 46268-1054
USA
E Mail: info@dowagro.com

Mycogen Corp.
See
Dow AgroSciences
9330 Zionsville Rd.
Indianapolis, IN 46268-1054
USA
E Mail: info@dowagro.com

Nagarjuna Agrichem Ltd
Plot No. 61
Nagarjuna Hills
Panjagutta
Hyderabad 500082
India
Tel: 91 40 3358574
Fax: 91 40 3350234
E Mail: CropProtection@nagarjunagroup.com

Nature's Alternative Insectary Ltd
Box 19
Dawson Rd., Nanoose Bay
BC, V0R 2R0
Canada
Tel: 1 604 468 7912
Fax: 1 604 468 7912
www.pestmanagement.co.uk/library/insect_house/companies/ih007.html

Nehra Cookes Chemicals Ltd
16 Chiltern Close
Warren Wood, Arnold
Nottingham,NG5 9PX
UK
Tel: 44 115 973 5999
Fax: 44 115 973 6700

W. Neudorff GmbH KG
An der Mühle 3
Postfach 1209
D-31857 Emmerthal
Germany
Tel: 49 5155 624125
Fax: 49 5155 6010
E Mail: w.neudorff@t-online.de

Neviki Research Institute
See
TRI-Chemical RT
H-1097 Budapest
Illatos·t 19-23
Hungary
Tel: 36 1 280 3748
Fax: 36 1 357 5202
E Mail: trichem@mail.matav.hu

New Chemi Industries Ltd
33/3rd Floor
Maker Chambers VI
220 Nariman Point
Mumbai 400 021
India
Tel: 91 287 1173
Fax: 91 22 2870923
E Mail: newchem@glasbm01.vsnl.net.in

Nichimen Corporation
4-1-23, Shiba
Minato-ku,
Tokyo 108
Japan
Tel: 81 3 5446 1111
Fax: 81 3 5446 1010

The Nicobrand Company
189 Castleroe Rd.
Coleraine
Northern Ireland
BT51 3RP
UK
Tel: 44 1265 868733
Fax: 44 1265 868735

Nihon Bayer Agrochem K.K.
4-10-8 Takanawa, Minato-ku
Tokyo 108
Japan
Tel: 81 3 3280 9894
Fax: 81 3 3280 9906

Nihon Carlit Co, Ltd
Fine Chemical R & D Office
2-1 Nihonbashi 1-chome
Chuo-ku, Tokyo 103
Japan

Nihon Nohyaku Co., Ltd
8th Floor, Eitaro Building
2-5 Nihonbashi 1-chome
Chuo-ku, Tokyo 103
Japan
Tel: 81 3 3271 8645
Fax: 81 3 3271 2443
E Mail: license@nichino.co.jp

Niklor Chemical Co., Inc.
2060 E. 220th St.
Long Beach, CA 90810
USA
Tel: 1 310 830 2253
Fax: 1 310 830 2835

Nippoh Chemicals Co., Ltd
CM Building
3-3-3 Nihonbashi MuroMachi
Chuo-ku, Tokyo 103
Japan
Tel: 81 3 3270 5341
Fax: 81 3 3246 0346

Nippon Kayaku Co., Ltd
Agro & Fine Chemicals Div.
11-2 Fujimi 1-chome
Chiyoda-ku, Tokyo
Japan
Tel: 81 3 3237 5219
Fax: 81 3 3237 5089
E Mail: nk-agro@magical3.egg.or.jp

Nippon Soda Co., Ltd
Agro-Products Division
2-1 Ohtemachi, 2-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 100-8165
Japan
Tel: 81 3 3245 6168
Fax: 81 3 3245 6287

Nippon Zeon Co. Ltd
6-1, Marunouchi 2-Chome
Chiyoda-ku, Tokyo 100-8323
Japan
Tel: 81 3 3216 0542
Fax: 81 3 3216 1303

Nissan Chemical Industries Ltd
Kowa-Hitotsubashi Building
7-1, 3-chome, Kanda-nishiki-cho
Chiyoda-ku, Tokyo 101
Japan
Tel: 81 3 3296 8151
Fax: 81 3 3296 8016
www.nissanchem.co.jp

Nisso BASF Agro Co., Ltd
11-4 Kudanshita
1-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 100
Japan
Tel: 81 3 3237 0655
Fax: 81 3 3237 0653

Nitrokémia 2000 Rt.
8184 FüzfgyJrtelep, Pf. 23
Hungary
Tel: 36 88 352 011
Fax: 36 88 451047
www.nitrochemia.hu
Nomix-Chipman Ltd
Portland Building, Portland St
Staple Hill
Bristol BS16 4PS
UK
Tel: 44 117 957 4574
Fax: 44 117 956 3461

NOR-AM
See
Aventis CropScience
14-20 rue Pierre Baizet
F 69263 Lyon Cedex 09
France
Tel: 33 4 7285 2525
E Mail: info@aventis.com

NORTOX S/A
Rodovia BR 369 Km 197
86700-970 Arapongas
Parang
Brazil
Tel: 55 43 252 0122
Fax: 55 43 252 0342

Novartis Crop Protection AG
See
Syngenta AG
CH-4002 Basel
Switzerland
Tel: 41 61 323 1111
Fax: 41 61 323 1212
www.syngenta.com

Novartis Animal Health UK Ltd
Whittlesford, Cambridge
CB2 4XW
UK
Tel: 44 1223 833634
Fax: 44 1223 836526
www.ah.novartis.com/products.html

Novartis BCM
See
Syngenta Bioline Ltd
Telstar Nursery, Holland Road
Little Clacton, Clacton-on-Sea
Essex CO16 9QG
UK
Tel: 44 1255 863200
Fax: 44 1255 863206
E Mail: syngenta.bioline@syngenta.com

N.P.P.
Route d>Artix
B.P. 80
64150 Nogueres
France
Tel: 33 559 60 92 18
Fax: 33 559 60 92 19

Nu-Gro Professional & Consumer Group
2270 Speers Rd.
Oakville
Ontario
L6L 2X8
Canada
Tel: 1 905 825 8418
Fax: 1 905 825 8368
E Mail: marwolff@nu-gro.ca

Nufarm B.V.
Welplaatweg 12
Botlek 3197 KS
Rotterdam
Netherlands
Tel: 31 10 438 9545
Fax: 31 10 472 2826
www.nufarm.com/

Nufarm GmbH & Co., KG
Postfach 21
St Peter Str. 25, A-4021 Linz
Austria
Tel: 43 70 6918 2006
Fax: 43 70 6918 2004
www.nufarm.com/

Nufarm Ltd
103-105 Pipe Rd.
Laverton North, Victoria 3026
Australia
Tel: 61 39 282 1000
Fax: 61 39 282 1001
www.nufarm.com/

Nufarm UK Ltd
Crabtree Manorway North
Belvedere, Kent DA17 6BQ
UK
Tel: 44 20 8319 7222
Fax: 44 20 8319 7200
www.nufarm.com/

Olin
Arch Chemicals
501 Merritt 7, P.O. Box 5204
Norwalk, CT, 06856-5204
US
Tel: 1 203 229 2900
www.archchemicals.com/default.asp

Oltchim SA
Foreign Trade Agency Bucharest
6 Romulus Street, Bucharest
Romania
Tel: 401 323 8901/323 6084/321 6721/321 6735
Fax: 401 321 6746

Otsuka Chemical Co., Ltd
Agricultural Chemicals Development Dept.
3-2-27 Ote-dori, Chuo-ku, Osaka 540-0021
Japan
Tel: 81 66 943 7711
Fax: 81 66 943 7703
www.cgc.co.jp/otsuka/

Oxon
Sipcam-Oxon Group
Via Sempione 195, 20016 Pero, Milan
Italy
Tel: 39 02 3537 8400
Fax: 39 2 339 10876
www.sipcam-oxon.com/

Papaeconomou Agrochemicals S.A.
Industrial Area of Thessaloniki
P.O. Box 89, Sindos 570 22
Greece
Tel: 30 31 796556
Fax: 30 31 796506
E Mail: a.bamnidou@PAP-AGRO.GR

E. I. D. Parry (India) Ltd
Pesticides Division
Dare House
234 N.S.C. Bose Rd.
Chennai 600 001
India
Tel: 91 44 5340251
Fax: 91 44 5340858
E Mail: madhavang@murugappa.co.in

Paushak Ltd
Alembic Rd.
Baroda 390 003 Gujarat
India
Tel: 91 265 380371
/380550
Fax: 91 265 380371
/380331/382134

Pan Britannica Industries Ltd
SumiAgro
Merlin House, Falconry Court
Bakers Lane, Epping
Essex CM16 5DQ
UK
Tel: 44 1992 563700
Fax: 44 1992 563800
E Mail: sumiagro@sumiagro.co.uk

PBI/Gordon Corp.
1217 W. 12th St.
Kansas City, MO 64101
USA
Tel: 1 816 421 4070
Fax: 1 816 474 0462
www.pbigordon.com/

Penick
See
Aventis CropScience
14-20 rue Pierre Baizet
F 69263 Lyon Cedex 09
France
Tel: 33 4 7285 2525
E Mail: info@aventis.com

Pepro
Aventis CropScience
14-20 rue Pierre Baizet
F 69263 Lyon Cedex 09
France
Tel: 33 4 7285 2525
E Mail: info@aventis.com

Pestcon Systems, Inc.
1808 Firestone Parkway
Wilson, NC 27893
USA
Tel: 1 252 237 7923
Fax: 1 252 237 3259
E Mail: sunzon@bbnp.com or sunzon@
worldnet.att.net

Pesticides India
P.O. Box 20 Udaisagar Rd.
Udaipur 313 001
Rajasthan
India
Tel: 91 294 414751
Fax: 91 294 491946

Pharmacia
See
Monsanto Co.
800 N. Lindbergh Blvd.
St. Louis, MO 63167
USA
Tel: 1 314 694 1000
Fax: 1 314 694 7625Pharmacia
www.monsanto.com/monsanto/index4.html

Phelps Dodge Refining Corp.
Specialty Metal & Chemical Sales
P.O. Box 20001
El PasoT
X 79998
USA
Tel: 1 800 223 8567
Fax: 1 915 775 8350
www.phelpsdodge.com/

Phibro-Tech, Inc.
Agtrol International S.A.
85 Quai de Brazza
B.P. 55
33016 Bordeaux
Bastide
France
Fax: 33 5 5777 5420
www.agtrol.com/

Philagro France
Parc d>affaires de Crécy-Télébase 4
rue Claude Chappe 69771
Saint-Didier-au-Mont-d>Or Cedex
France
Tel: 33 4 78 64 32 14
Fax: 33 4 72 53 04 58
E Mail: yves.besnard@philagro.fr

Pilarquim Corp.
P.O. Box 7-777
Taipei, Taiwan
Rep. of China
Tel: 886 2 2362 2222
Fax: 886 2 2362 0000
E Mail: pilar@ms8.hinet.net

Plaaskem (Pty) Ltd
P.O. Box 87005
Houghton 2041, Gauteng
South Africa
Tel: 27 11 397 4640
Fax: 27 11 397 4404
www.plaaskem.co.za

Planters Products, Inc.
Planters Products Bldg.
Esteban St., Legaspi Village
Makati Metro, Manila
Philippines
Tel: 63 2 818 2119 -
Fax: 63 2 816 4388

Plato Industries Inc.
2020 Holmes Rd.
Houston, TX 77045
USA
Tel: 1 713 797 0406
Fax: 1 713 795 4665
E Mail: plato@nol.net

Platte Chemical Co.
419 18th St., Greeley, CO 80632
USA
Tel: 1 970 356 4400
Fax: 1 970 356 4418

Point Enterprise S.A.
P.O. Box 48
12 rue des Marchandises
CH-1260 Nyon
Switzerland
Tel: 41 22 362 5553
Fax: 41 22 362 5557

Portman Agrochemicals Ltd
Apex House, Grand Arcade
Tally-Ho Corner
North Finchley
London N12 0EH
UK
Tel: 44 20 8446 8383
Fax: 44 20 8445 6045

Prentiss Incorporated
21 Vernon St. CB 2000
Floral Park
NY 11001
USA
Tel: 1 516 326 1919
Fax: 1 516 326 2312
E Mail: info@prentiss.com

ProAgro
P O Box 1180
3600 Bd Maarssen
Amsterdam
Netherlands
Tel: 31 3465 52400
Fax: 31 3465 52274

Probelte, S.A.
Ctra Madrid Km 384 - DP 4579
30100 Espinardo
Murcia
Spain
Tel: 34 968 307250
Fax: 34 968 305432
E Mail: andressanchez@probelte.es

Productos OSA
See
Reposo SAIC
Av. Santa Fé 1578 1er A
1640 Martinez
Pcia. de Buenos Aires
Argentina
Tel: 54 11 4 733 3007
Fax: 54 11 4 798 6797

Proficol S.A.
Calle 85, No. 9-65
Apartado Aereo 92126
Bogota D.C.
Colombia
Tel: 57 1 2578266
Fax: 57 1 2187168
E Mail: proficol@lbm.net

Protex SA
Turnhoutsebaan 511
B2110, Wijnegem
Belgium
Tel: 32 3 354 13 04
Fax: 32 3 354 13 16
E Mail: protex@unicall.be

Punjab Chemicals & Pharmaceuticals Ltd
Excel Estate
S. V. Road, Goregaon (W)
Mumbai 400 062
India
Tel: 91 22 872 3865
Fax: 91 22 872 5119
E Mail: stschem@bom3.vsnl.net.in

Pyosa, S.A. de C.V.
Ave. Industrias #1200 Pte.
Col. Bella Vista
Monterrey N.L 64410
Mexico
Tel: 52 8 376 1200
Fax: 52 8 376 9398

Pyrethrum Board Of Kenya
P.O. Box 591 / 420
Nakuru
Kenya
Tel: 254 9037211 567
Fax: 254 903745 274

Q.E.A.C.A. S.A.
Av Madero 942 - 5o Piso
1106 Buenos Aires
Argentina
Tel: 54 1 14310 1366
Fax: 54 1 14313 7571
E Mail: qeaca@pccp.com.ar

Quadrangle Agrochemicals
Crook Farm, North Deighton
Wetherby, Yorks
LS22 5HW
UK
Tel: 44 1937 584228
Fax: 44 1937 580937

Ralchem Ltd
417 & 418 Swapnalok S.D. Rd.
Secunderabad 500 003
India
Tel: 91 40 813495
Fax: 91 40 812290

Rallis India Ltd
Agrochemicals Div., Rallis House
21 D.S. Marg, Mumbai Mah. 400 001
India
Tel: 91 22 207 8221
Fax: 91 22 207 7755
E Mail: export.ho@rallis.sprintrpg.ems.vsnl.net.in

Sree Ramcides Chemicals Pvt. Ltd
Aishwarya Complex, 2nd Floor
P.B. No. 1013
4 Doraisamy Rd., T Nagar
Chennai, Madras 600 017
India
Tel: 91 44 4345770
Fax: 91 44 4347569
E Mail: ramcides@md2.vsnl.net.in

Raschig AG
Mundenheimer Strasse 100
Postfach 211128
D-67 Ludwigshafen/Rhein
Germany
E Mail: raschig@t-online.de

Reanal Fine Chemical Co., Rt.
H-1147 Budapest, Telepos u. 53
Hungary
Tel: 36 1 4677 500
Fax: 36 1 384 3102
E Mail: reanex@reanal.hu

Rentokil Group plc
8 Felcourt, East Grinstead
West Sussex RH19 2JY
UK

Repar Corp.
P.O. Box 4321
Silver Spring, MD 20914
USA
Tel: 1 202 223 1424
Fax: 1 202 223 0141
E Mail: mandava@compuserve.com

Reposo SAIC
Av. Santa Fé 1578 1er A
1640 Martinez
Pcia. de Buenos Aires
Argentina
Tel: 54 11 4 733 3007
Fax: 54 11 4 798 6797

Rhône-Poulenc Secteur Agro
See
Aventis CropScience
14-20 rue Pierre Baizet
F 69263 Lyon Cedex 09
France
Tel: 33 4 7285 2525
E Mail: info@aventis.com

Richter Gedeon Rt.
1103 Budapest, Gymri·t 19-21
Hungary
Fax: 36 261 9562
www.mpxint.freeserve.co.uk/richter.htm

Rigby Taylor Ltd
Rigby Taylor House
Garside St, Bolton
Lancs., BL1 4AE
UK
Tel: 44 1204 394888
Fax: 44 1204 385276

Riken Green Co., Ltd
NDK Lotus Bldg. 12-20
Ueno 2-chome
Taitoh-ku, Tokyo 110
Japan
Tel: 81 3 3833 6321
Fax: 81 3 3833 6325

Rincon-Vitova Insectaries Inc.
P.O. Box 1555
Ventura, CA 93002
USA
Tel: 1 805 643 5407
Fax: 1 805 643 6267
www.rain.org/~sales/rincon.html

Rocca Frutta Srl
Via Ravenna 1114
44040 Ferrara
Italy
Tel: 39 532 718186
Fax: 39 532 719028
E Mail: rocca.frutta@roccafrutta.it

Rohm & Haas Co.
100 Independence Mall West
Philadelphia PA 19106-2399
USA
Tel: 1 215 592 3000
Fax: 1 215 592 2797
www.rohmhaas.com/

RohMid L.L.C.
One Campus Drive
Parsippany, NJ 07054-4492
USA
Tel: 1 800 545 9525
Fax: 1 201 831 3858

Rotam Agrochemical Co., Ltd
7/F, Cheung Tat Centre
18 Cheung Lee St., Chai Wan, Hong Kong
Tel: 852 2896 5608
Fax: 852 2558 6577
E Mail: rotam@hkstar.com

Roussel Uclaf
Aventis CropScience
14-20 rue Pierre Baizet
F 69263 Lyon Cedex 09
France
Tel: 33 4 7285 2525
E Mail: info@aventis.com

RPG Life Sciences Ltd
415-419 Himalaya House, 4th Floor
79 Palton Road, Opp. J J School of Art
Mumbai 400 001
India
Tel: 91 2679778
Fax: 91 22 2679748
www.rpglifesciences.com

Sabero Organics Gujarat Ltd
A-302 Phoenix House, 3rd Floor
462 Senapati Bapat Marg
Worli (East), Mumbai 400 013
India
Tel: 91 22 492 7395
Fax: 91 22 495 3727
E Mail: mis.sabero@axcess.net.in

Samabiol
La Grande Marine
84800 L>Isle-sur-la-Sorgue
France
Tel: 33 4 90 21 44 44
Fax: 33 4 90 38 10 55
E Mail: samabiol@samabiol.com

Sanachem (Pty) Ltd
Old Mill Site, Canelands
P.O. Box 1454, Durban 4000
South Africa
Tel: 27 32 439 1111
Fax: 27 32 533 1218

Sandoz Agro Ltd
See
Syngenta AG, CH-4002 Basel
Switzerland
Tel: 41 61 323 1111
Fax: 41 61 323 1212

Sanex Inc.
Nu-Gro Professional & Consumer Group
2270 Speers Rd., Oakville, Ontario, L6L 2X8
Canada
Tel: 1 905 825 8418
Fax: 1 905 825 8368
E Mail: marwolff@nu-gro.ca

Sankyo Co., Ltd
Agrochemicals Dept.
7-12 Ginza 2-chome
Chuo-ku, Tokyo 104-8113
Japan
Tel: 81 3 3562 7524
Fax: 81 3 3562 7525
www.sankyo.co.jp/

Sanming Pharmaceutical Factory
Fujian Sannong Chemistry Company Ltd
Xubi, Sanming, Fujian
China
Tel: 86 598 8238016
Fax: 86 598 8242852
E Mail: chx@public.smptt.fj.cn

Fujian Sannong Chemistry Company Ltd
Xubi, Sanming, Fujian
China
Tel: 86 598 8238016
Fax: 86 598 8242852
E Mail: chx@public.smptt.fj.cn

Hubei Sanonda Co., Ltd
1 East Beijing Road
Shashi, Hubei 434001
China
Tel: 86 716 8316975
Fax: 86 716 8315265
E Mail: sanonda@public.jn.hb.cn

Sautter & Stepper GmbH
Rosenstr. 19
D-72119 Ammerbuch 5, Altingen
Germany
Tel: 49 7032 75501
Fax: 49 7032 74199
www.neutzlinge.de/

SCAM srl
Via Bellaria 164
I-41010 S Maria di Mugnano, Modena
Italy

SCC
Scientific Consulting Company, Chemisch-Wissenschaftliche Beratung GmbH
Eckelsheimer Str. 37
D-55597, Wllstein
Germany
Tel: 49 6703 9344 0
Fax: 49 6703 9344 44
E Mail: scc@scc-gmbh.de

Scentry Biologicals
610 Central Avenue
Billings, MT 59102
USA
Tel: 1 406 248 5856
Fax: 1 406 245 2790

Schering AG, Pflanzenschutz
See
Aventis CropScience
14-20 rue Pierre Baizet
F 69263 Lyon Cedex 09
France
Tel: 33 4 7285 2525
E Mail: info@aventis.com

The Scotts Company (UK) Ltd
Paper Mill Lane
Bramford, Ipswich, Suffolk, IP8 4BZ
UK
Tel: 44 1473 830492
Fax: 44 1473 830386

SDS Biotech K.K.
5-6 Shiba 2-chome
Minato-ku, Tokyo 105-0014
Japan
Tel: 81 3 5427 2411
Fax: 81 3 5427 2430

Searle (India) Ltd
RPG Life Sciences Ltd
415-419 Himalaya House, 4th Floor
79 Palton Road, Opp. J J School of Art
Mumbai 400 001
India
Tel: 91 2679778
Fax: 91 22 2679748
www.rpglifesciences.com/

Sedagri
See
Aventis CropScience
14-20 rue Pierre Baizet
F 69263 Lyon Cedex 09
France
Tel: 33 4 7285 2525
E Mail: info@aventis.com

Sociedad Espaniola de Desarrollos Quimicos S.A.
Avda. Diagonal 352 entlo, 08013 Barcelona
Spain
Tel: 34 93 458 85 00
Fax: 34 93 458 40 07
E Mail: jcastella@sedq.es

Seo Han Chemical Co.
273-1 Pyung Chang Dong
Chongro-ku, Seoul
S Korea
Tel: 82 2 287 2973
Fax: 82 2 287 2989

Sepran sas
Via Fossnigo - Z.I. sud
36033 Isola Vicentina (VICENZA)
Italy
Tel: 39 0444 976562
Fax: 39 0444 976985

SePRO Corp.
11550 North Meridian Street
Suite 600, Carmel, IN 46032
USA
Tel: 1 317 580 8294
Fax: 1 317 580 8296
www.sepro.com/

Shaw Wallace & Co., Ltd
166 Thambu Chetty St., Chennai 600 001
India
Tel: 91 44 5340021
Fax: 91 44 5341804
E Mail: chnswc@md2.vsnl.net.in

Shell International Chemical Co. Ltd
See(1)
BASF AG
Crop Protection Division
Agricultural Center
D-67114 Limburgerhof
Germany
Tel: 49 621 60 27578
Fax: 49 621 60 27512

See(2)
E. I. du Pont de Nemours
Du Pont Agricultural Products
Walker>s Mill
Barley Mill Plaza
Wilmington, DE 19880
USA
Tel: 1 302 992 2435
Fax: 1 302 992 6477
www.basf.de/

Shell Agrar
See
BASF AG
Crop Protection Division
Agricultural Center
D-67114 Limburgerhof
Germany
Tel: 49 621 60 27578
Fax: 49 621 60 27512
www.basf.de/

Shenzhen Jiangshan Commerce & Industry Corp.
9/ F. Real Estate Bldg.
Renmin South Rd., Shenzhen 518001
China
Tel: 86 755 2320413
Fax: 86 755 2338993
www.jianghanagro-che.com/

Shin-Etsu Chemical Co., Ltd
Fine Chemicals Dept.
2-6-1 Ohtemachi, Chiyoda-ku, Tokyo 100
Japan
Tel: 81 3 3246 5280
Fax: 81 3 3246 5371
www.shinestu.co.jp/english/index.html

Shionogi & Co., Ltd
1-8 Doshomachi 3-chome
Chuo-ku, Osaka 541
Japan
Tel: 81 66 202 2161
Fax: 81 66 202 1318
www.shionogi.co.jp/

Showa Denko KK
SDS Biotech K.K., 5-6 Shiba 2-chome
Minato-ku
Tokyo 105-0014
Japan
Tel: 81 3 5427 2411
Fax: 81 3 5427 2430

Siapa S.p.A.
Industrie Chimiche Caffaro S.p.A.
Via Friuli 55
20031 Cesano Maderno, Milan
Italy
Tel: 39 0362 51 4409
Fax: 39 0362 51 4405

Siegfried Agro AG
Untere Brühlstrasse 4
CH-4800 Zofingen
Switzerland
Tel: 41 62 746 18 18
Fax: 41 62 746 18 08
E Mail: matthias.refardt@siegfried.ch

J. R. Simplot Co.
P.O. Box 912, Pocatello, ID 83204
USA
Tel: 1 209 858 2511
Fax: 1 209 858 2519
www.simplot.com/

Sinon Corp.
23, Sec. 1, Mei Chuan W. Rd.
Taichung, Taiwan
Rep. of China
Tel: 886 4 6934261 4
Fax: 886 4 693 4265
E Mail: snchem@tcts.seed.net.tw

Sipcam-Oxon Group
Via Sempione 195, 20016 Pero
Milan
Italy
Tel: 39 02 3537 8400
Fax: 39 2 339 10876
www.sipcam-oxon.com

Sipcam Inagra
Sipcam-Oxon Group
Via Sempione 195
20016 Pero, Milan
Italy
Tel: 39 02 3537 8400
Fax: 39 2 339 10876
www.sipcam-oxon.com

Sipcam Phyteurop
35 rue d>Alsace Courcello
92531 Levallois-Perret Cedex
France
Tel: 33 1 47 59 77 00
Fax: 33 1 47 37 54 52
E Mail: sipcam@club-internet.fr

Sipcam U.K Ltd
Sheraton House
Castle Park, Cambridge, CB3 0AX
UK
Tel: 44 1223 370030
Fax: 44 1223 354026
E Mail: Paul@Sipcamuk.co.uk

SKW Trostberg AG
Postfach 1262, D-8223 Trostberg
Germany
Tel: 49 8621 86 2892
Fax: 49 8621 86 2252
www.skw.de

Solplant
Syngenta AG, CH-4002 Basel
Switzerland
Tel: 41 61 323 1111
Fax: 41 61 323 1212
www.syngenta.com/

Solvay
Uniroyal Chemical Co., Inc.
Benson Rd., Middlebury, CT 06749
USA
Tel: 1 203 573 2000
Fax: 1 203 573 3394
www.uniroylchemical.com

Sopra
Syngenta AG
CH-4002 Basel
Switzerland
Tel: 41 61 323 1111
Fax: 41 61 323 1212
www.syngenta.com/

Sorex Ltd
St Michael>s Industrial Est.
Hale Rd., Widnes
Cheshire, WA8 8TJ
UK
Tel: 44 151 420 7151
Fax: 44 151 495 1163
www.morry.com/pr03.htm

Source Technology Biologicals, Inc.
7449 Cahill Rd., Edina, MN 55439
USA
Tel: 1 612 944 9779
Fax: 1 612 944 7755
www.phyton27.com

C. F. Spiess
Spiess-Urania Chemicals GmbH
Heidenkampsweg 77, 200 97 Hamburg
Germany
Tel: 49 40/23 65 20
Fax: 49 40/23 65 22 55
E Mail: 40/23 65 22 55
mail@spiess-urania.com

Spiess-Urania Chemicals GmbH
Heidenkampsweg 77
200 97 Hamburg
Germany
Tel: 49 40/23 65 20
Fax: 49 40/23 65 22 55
E Mail: 40/23 65 22 55
mail@spiess-urania.com

Staehler Agrochemie GmbH & Co., KG
Postfach 2047, Stader Elbstrasse 24-28
D-21683 Stade
Germany
Tel: 49 41 41 92 04 0
Fax: 49 41 41 92 04 11
E Mail: staehler-agro@staehler.com

Standon Chemicals Ltd
48 Grosvenor Sq, London, W1X 9LA
UK
Tel: 44 20 7493 8648
Fax: 44 20 7493 4219

Stauffer
Syngenta AG
CH-4002 Basel
Switzerland
Tel: 41 61 323 1111
Fax: 41 61 323 1212

Stefes Pflanzenschutz
Aventis CropScience
14-20 rue Pierre Baizet
F 69263 Lyon Cedex 09
France
Tel: 33 4 7285 2525
E Mail: info@aventis.com

Stoller Enterprises Inc.
8580 Katy Freeway
Suite 200, Houston, TX 77024
USA
Tel: 1 713 461 1493
Fax: 1 713 461 4467
E Mail: www.mwiltse@keylate.com

Sudarshan Chemical Industries Ltd
Agrochemicals Div.
162 Wellesley Road
Sangam Bridge, Pune 411 001
Maharashtra
India
Tel: 91 212 627334
Fax: 91 212 625900
www.sudarshan.com/

SumiAgro
Merlin House, Falconry Court
Bakers Lane
Epping, Essex CM16 5DQ
UK
Tel: 44 1992 563700
Fax: 44 1992 563800
E Mail: sumiagro@sumiagro.co.uk

Sumitomo Chemical Co., Ltd
Agricultural Chemicals Sector
5-33 Kitahama 4-chome
Chuo-ku, Osaka 541
Japan
Tel: 81 66 220 3683
Fax: 81 66 220 3350
www.sumitomo-chem.com.jp/

Sundance Ag Inc.
P.O. Box 9, Burley ID 83318
USA
Tel: 1 208 678 9565
Fax: 1 208 678 8768

Sundat (S) Pte. Ltd
26 Gul Crescent, SINGAPORE 629532
Singapore
Tel: 65 8612460
Fax: 65 8620287

Sungbo Chemicals Co. Ltd
Sungbo Bldg 112-35
Sogong-dong, Chung-ku, Seoul 100-070
S Korea
Tel: 82 2 753 2721
Fax: 82 2 755 9326
E Mail: shinsh@sungbochem.co.kr

Sylvan Spawn Ltd
Broadway, Yaxley
Peterborough, PE7 3EJ
UK
Tel: 44 1733 240412
Fax: 44 1733 245020

Synexus (Kureha/Monsanto jv)
See(1)
Kureha Chemical Industry Co., Ltd
1-9-11 Nihonbashi Horidome-cho
Chuo-ku, Tokyo 103-8552
Japan
Tel: 81 3 3249 4632
Fax: 81 3 3249 4745
See(2)
Monsanto Co., 800 N. Lindbergh Blvd.
St. Louis, MO 63167
USA
Tel: 1 314 694 1000
Fax: 1 314 694 7625
www.kureha.co.jp/index.html

Syngenta AG
CH-4002 Basel
Switzerland
Tel: 41 61 323 1111
Fax: 41 61 323 1212
www.syngenta.com/

Syngenta Bioline Ltd
Telstar Nursery, Holland Road
Little Clacton, Clacton-on-Sea
Essex CO16 9QG
UK
Tel: 44 1255 863200
Fax: 44 1255 863206
E Mail: syngenta.bioline@syngenta.com

Aliachem a.s., Division Synthesia
532 17 Pardubice - Semtin
Czech Republic
Tel: 420 40 682 4351
Fax: 420 40 682 2906
E Mail: hburiano@synthesia.cz

Taensa Inc.
26 Sherman Court, P.O. Box 764
Fairfield CT 06430, USA
Tel: 1 203 256 0460
Fax: 1 203 256 0464
E Mail: erb@taensa.com

Tagros Chemicals India Ltd
Jhaver Centre, Rajah Annamalai Building
19, Marshalls Rd., Egmore, Chennai 600 008
India
Tel: 91 44 8587880
Fax: 91 44 8587873
E Mail: tagros1@md3.vsnl.net.in tagros@jhavergroup.com

Taiwan Tainan Giant Industrial Co., Ltd
11F, Suite 7, No. 20 Ta Long Rd.
Taichung
Taiwan
Rep. of China
Tel: 886 4 320 9988
Fax: 886 4 321 2824

Takeda Chemical Industries, Ltd
12-7 Nihonbashi, 2-chome
Chuo-ku
Tokyo 103-3668
Japan
Fax: 81 3 3278 2750
www.medic.mie-u.ac.jp/takeda.html

Tecnidex
Ciudad de Sevilla
Poligone
Valencia
Spain
E Mail: admon@tecnidex.es

Tecomag SRL
Via Quattro Passi 108
41043 Formigine (Modena)
Italy
Tel: 39 059 573745
Fax: 39 059 572170
E Mail: inc@tecomag.com

Tekchem S.A. de C.V.
Ave. Jalisco 180, 5 PISO Tacubaya
MEXICO City D.F. 11870
Mexico
Tel: 52 5 272 2221
Fax: 52 5 272 2950
E Mail: cothon@mail.internet.com.mx

Terra International, Inc.
Agro Distribution LLC
600 Fourth St, Suite 700
Sioux City IA 51102-7000
USA
Tel: 1 712 234 2827
Fax: 1 712 234 2824

Thermo Trilogy Corp.
9145 Guilford Rd.
Suite 175
Columbia, MD 21046-1883
USA
Tel: 1 301 483 3807
Fax: 1 301 604 7015

Tide International Co Ltd
Agrochemicals Dept.
486-26 Jina Guo Bei Rd., Hangzhou
China
Tel: 86 571 5181421
Fax: 86 571 5181422
www.tide-china.com

Tifa (C.I.) Ltd
50 Division Ave.
Millington, NJ 07946
USA
Tel: 1 908 647 4570
Fax: 1 908 647 2517

TJC Chemical Co
7th Floor
Maneeya Center Bldg
518/5 Ploenchit Rd., Bangkok 10330
Thailand

Tokuyama Corp.
Specialty Chemicals Business Div.
Shibuya Konno Bldg., 3-3-1, Shibuya
Shibuya-ku, Tokyo 150
Japan
Tel: 81 3 3499 8937
Fax: 81 3 3499 8967
www.tokuyama.co.jp/

Tomen Agro Inc.
100 First St., Suite 1610
San Francisco, CA 94105
USA
Tel: 1 415 536 3480
Fax: 1 415 284 9883
www.tomen agro.com

Tomono Agrica Co., Ltd
2-12-25 Kasuga
Shizuoka-shi, Shizuoka 420
Japan
Tel: 81 54 254 6261
Fax: 81 54 254 8352

Tosoh Corporation
See
Dainippon Ink & Chemicals Inc.
7-20 Nihonbashi 3-chome
Chuo-ku, Tokyo 103-0027
Japan
Tel: 81 3 3272 4511
Fax: 81 3 3281 8589
www.dicwww01.dic.co.jp/index.html

Toyo Soda
Dainippon Ink & Chemicals Inc.
7-20 Nihonbashi 3-chome
Chuo-ku, Tokyo 103-0027
Japan
Tel: 81 3 3272 4511
Fax: 81 3 3281 8589
www.dicwww01.dic.co.jp/index.html

Trécé Inc.
P.O. Box 6278, 1143 Madison Lane
Salinas, CA 93912
USA
Tel: 1 831 758 0204
Fax: 1 831 758 2625
E Mail: trece@trece.com

TRI-Chemical RT
H-1097 Budapest
Illatos•t 19-23
Hungary
Tel: 36 1 280 3748
Fax: 36 1 357 5202
E Mail: trichem@mail.matav.hu

Tripart Farm Chemicals Ltd
The Grove, Cambridge Rd., Godmanchester
Huntingdon, Cambs PE18 8BW
UK
Tel: 44 1480 417951
Fax: 44 1480 417651

Troy Biosciences Inc.
113 S. 47th Avenue, Phoenix, AZ 85043
USA
Tel: 1 602 233 9047
Fax: 1 602 272 4155
www.troybiosciences.com/

Truchem Ltd
Brook House, 30 Larwood Grove
Sherwood, Nottingham, NG5 3JD
UK
Tel: 44 115 926 0762
Fax: 44 115 967 1153

Twinagro
See(1)
Monsanto Co.
800 N. Lindbergh Blvd.
St. Louis, MO 63167
USA
Tel: 1 314 694 1000
Fax: 1 314 694 7625

See(2)
Bayer AG
D-51368 Leverkusen
Germany
Tel: 49 2173 38 3281
Fax: 49 2173 38 3564
www.monsanto.com/monsanto/index4.html

United Agri Products Inc.
4687 W. 18th St., Greeley, CO 80634
USA
Tel: 1 970 339 2601
Fax: 1 970 506 2462

Ube Industries Ltd
Ube Building, 2-3-11 Higashi-Shinagawa
Shinagawa-ku, Tokyo 140-8633
Japan
Tel: 81 3 5460 3234
Fax: 81 3 5460 3312
www.ubeind.co.jp

UCB Chemicals
Allée de la Recherche 60
B-1070 Brussels
Belgium
Tel: 32 9 254 14 11
Fax: 32 9 254 14 10
www.chemicals.ucb.group.com

Unicrop
Universal Crop Protection Ltd
Park House, Maidenhead Rd.
Cookham, Berks SL6 9DS
UK
Tel: 44 1628 526083
Fax: 44 1628 810457

Union Carbide
See
Aventis CropScience
14-20 rue Pierre Baizet
F 69263 Lyon Cedex 09
France
Tel: 33 4 7285 2525
E Mail: info@aventis.com

Uniroyal Chemical Co., Inc.
Benson Rd.
Middlebury, CT 06749
USA
Tel: 1 203 573 2000
Fax: 1 203 573 3394
www.uniroyal.com/

United Phosphorus Ltd
Readymoney Terrace
167 Dr. Annie Besant Rd.
Worli
Mumbai (Maharashtra) 400 018
India
Tel: 91 22 493 0681
Fax: 91 22 493 7331
E Mail: uniphos@bom3.vsnl.net.in

United Phosphorus Ltd
Chadwick House
Birchwood Park
Warrington
Cheshire, WA3 6AE
UK
Tel: 44 1925 819999
Fax: 44 1925 817425
www.uniphos.com/

Urania Agrochem GmbH
Spiess-Urania Chemicals GmbH
Heidenkampsweg 77
200 97 Hamburg
Germany
Tel: 49 40/23 65 20
Fax: 49 40/23 65 22 55
E Mail: 40/23 65 22 55
mail@spiess-urania.com

US Borax Inc.
26877 Tourney Rd.
Valencia, CA 91355
USA
Tel: 1 805 287 5400
Fax: 1 805 287 5455
www.borax.com/

Valent U.S.A. Corp.
1333 N. California Blvd., Suite 600
Walnut Creek, CA 94596-8025
USA
Tel: 1 510 256 2700
Fax: 1 510 256 2844
E Mail: klapo@valent.com

Valent BioSciences Corp.
870 Technology Way, Libertyville, IL 60048
USA
Tel: 1 847 935 3570
Fax: 1 847 937 3679
www.valent biosciences.com

Veterinary & Agricultural Products Mfg. Co. Ltd
P.O. Box 17058, Amman 11195
Jordan
Tel: 962 6 694991 6
Fax: 962 6 694998
E Mail: vapco@vapco.net mailto:vapco@vapco.net

Velsicol Chemical Corp.
See
Syngenta AG
CH-4002 Basel
Switzerland
Tel: 41 61 323 1111
Fax: 41 61 323 1212

Vioryl S.A.
36 Viltaniotis Street
145 64 Kifisia, Athens
Greece
Tel: 30 1 80 74 603
Fax: 30 1 80 74 681
E Mail: vioryl@ath.forthnet.gr

Vietnam Pesticide Company
102 Nguyen Dinh Chieu St
District 1, Ho Chi Minh City
Vietnam
Tel: 84 8 822 4364
Fax: 84 8 823 0752
E Mail: vipesco@hcm.vnn.vn

Vischim Srl
Via Friuli 55, Cesano Maderno
Milan
Italy

Vitax Ltd
Owen St., Coalville
Leics LE6 2DE
UK
Tel: 44 1530 510060
Fax: 44 1530 510299
www.1sdirectory.com/agri/co_845.htm

Voltas Ltd
Ralchem Ltd
417 & 418 Swapnalok S.D. Rd.
Secunderabad 500 003
India
Tel: 91 40 813495
Fax: 91 40 812290

Wacker-Chemie GmbH
81737 München
Hanns-Seidel-Platz 4
Germany
Tel: 49 89 6279 01
Fax: 49 89 6279 2887
www.wacker.de/vip/produktion/wacker/website/index_de.html

Wellmark International
1000 Tower Ln.
Suite 245, Bensonville
IL 60106
USA
Tel: 1 630 227 6000
Fax: 1 630 227 6067

Westrade Guatemala S.A.
Avenida La Reforma 13-70
Zona 9-01009
Edificio Real Reforma
Guatemala City
Guatemala C.A.
Tel: 502 332 1050/2286
Fax: 502 331 1860
E Mail: wtguate@guate.net

Whyte Agrochemicals
Marlborough House
298 Regents Park Road
Finchley
London N3 2UA
UK
Tel: 44+ (0)181 346 5946
Fax: 44+ (0)181 349 4589
E Mail: gary@whyteche.demon.co.uk

Wockhardt Ltd
Biostadt Agrisciences
New India Centre
17 Cooperage Road
Mumbai 400 001
India
Tel: 91 2020676
Fax: 91 2027858
E Mail: biostadt@bom5.vsnl.net.in

Wujin 3rd Veterinary Pharmaceutical
Wujin Huaxia Agrochemical Factory
Xiaxi Town
Wujin
Jingsu
China
Tel: 86 519 3581014
Fax: 86 519 3581236

Zhejiang Xinan Chemical Industrial Group Co., No. 93 Daqiao Rd., Xinanjiang, Jiande
Zhejiang 311600
China
Tel: 86 571 4723891
Fax: 86 571 4721344
E Mail: xinanche@zgb.co.cn

Yashima Chemical Industry Co., Ltd
YTT Bldg., 757-1, Futago, Takatsu-ku
Kawasaki-Shi, Kanagawa 213
Japan
Tel: 81 44 813 4200
Fax: 81 44 813 5299

Young IL Chemical Co., Ltd
Pungrim Bldg. 11th fl. #823
Yeoksam-dong, Kangnam-ku, Seoul 135-080
S Korea
Tel: 82 2 3452 1800
Fax: 82 2 3452 1995

Zeneca Agrochemicals
See
Syngenta AG
CH-4002 Basel
Switzerland
Tel: 41 61 323 1111
Fax: 41 61 323 1212
www.syngenta.com/

Zhejiang Chemical Industry Research Inst.
Yingmenkou, Liuxia
Hangzhou, Zhejiang 310023
China
Tel: 86 5715221760
Fax: 86 5715221760
E Mail: npsczjb@mail.hz.zj.cn

Shanghai Zhong Xi Pharmaceutical Co., Ltd
1515 Jiao Tong Road
Shanghai 200065
China
Tel: 86 21 56081348
Fax: 86 21 56083040
E Mail: zxpharma@public.sta.net.cn

Zhuhai Skyhigh Chemicals Co.,Ltd
20/F.,Everbright International Trade Centre
Zhuhai City, Guangdong Province
China
Tel: 86 756 3326850 / 3326851 / 3326852
Fax: 86 756 3326857
E Mail: info@skychem.com

Zoecon
See(1)
Syngenta AG
CH-4002 Basel
Switzerland
Tel: 41 61 323 1111
Fax: 41 61 323 1212
See(2)

Trécé Inc.
P.O. Box 6278
1143 Madison Lane
Salinas, CA 93912
USA
Tel: 1 831 758 0204
Fax: 1 831 758 2625
E Mail: trece@trece.com

ثبت المصطلحات

أولاً : عربي - إنجليزي

أ

إبادة أو قتل الفـطر	Fungicidal toxicity
الاجتماع المشترك لدراسة متبقيات المبيدات	Joint Meeting on Pesticide Residues (JMPR)
إجهاد نتيجة الأكسدة	Oxidative stress
اختزال	Reduction
إخراج	Excretion
أخضر باريس	Paris Green
الأداء الجيد للعمليات الزراعية	Good agriculture practice (GAP)
الأداء الجيد للمعمل	Good laboratory practice (GLP)
إدارة المخاطر	Risk management
أدينوسين حلقي أحادي الفوسفات	Cyclic AMP
ارتباط	Binding

Binding to Relevant target	الارتباط بهدف حيوي
Binding to Irrelevan target	الارتباط بهدف غير حيوي
Convulsions	ارتجافات
Desulfuration	إزالة ذرة الكبريت
Aging	إزمان
Response	الاستجابة
Strategies	إستراتيجيات
Recovery	استرجاع
Extrapolation	استنباط
Plagues	أسراب
Cumuliform	أسراب تراكمية من الجراد مرتفعة الطيران
Stratiform	أسراب طبقية من الجراد منخفضة الارتفاع
Trade name	الاسم التجاري
Common name	الاسم الدارج أو الشائع
Chemical name	الاسم الكيميائي
Rotenoids	أشباه الروتينون
Alkoloides	أشباه قلويات(قلويدات)
Free radicals	أصول حرة
Carboxylation	إضافة مجموعة كربوكسيل
Large and distal axonopathy	اعتلال المحاور العصبية البعيدة ذات أنصاف أقطار كبيرة
Polyneuropathy	اعتلال عصبي متعدد
Pest	آفة

إفراط في ترسب الكالسيوم	Hypercalcification
إفرط في الفيتامينات	Hypervitaminosis
الأقراص	Pellets
أقراص	Tablets (TB)
أقراص قابلة للانتشار في الماء	Water dispersible tablet
أقراص قابلة للذوبان في الماء	Water soluble tablet (ST)
أقراص للتدخين	Smoke tablet (FT)
أكسدة	Oxidation
آكل للحوم	Carnivorous
آكل للنبات	Phytophagous
آليات إزالة السمية	Detoxification mechanisms
آلية أو ميكانيكية إحداث الفعل السام	Mode of action
آلية أو ميكانيكية إحداث الفعل السام	Toxicodynamic
امتصاص	Absorption
الامتصاص الجلدي	Dermal absorption
أنزيم أحادي الأمين أكسيديز	Monoamine oxidase (MAO)
أنزيم الأسيتايل كولين إستيريز	AChE
الأنزيم الذي يخلق الحامض الأميني الجلوتامين	Glutamine synthetase
أنزيم السمية العصبية المتأخرة	Neuropathy target esterase (NTE)
أنزيم السمية العصبية المتأخرة الذائب	S-NTE
أنزيم السمية العصبية المتأخرة المحب	P-NTE
الأنزيم المؤستل	Acetylated enzyme

الأنزيم المحلل للروابط الغنية في الطاقة	ATP-ase
الأنزيم المحلل لمبيد البارأوكسون	Paraoxanase
الأنزيم المحلل لمجموعة الكربوكسيل	Carboxylase
أنزيم مفسفر	phosphorylated enzyme
أنزيم نزع جزيء HCl من مركب DDT	DDT-dehydrochlorinase
أنزيم يخلق الأحماض الأمينية المتفرعة مثل الفالين، الليسين و الأيزوليسين	Acetolactate synthase (ALS)
أنزيم يقوم بتحلل بعض المركبات الفوسفورية	Hydrolase
أنزيم يقوم بتحويل البروثرومبين الموجود في الدم إلى الثرومبين	Thrombokinase
أنزيم يكوين الأحماض العطرية المعروفة باسم حمض الإشكيميك	5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (EPSPS)
الأنزيمات الكاسحة أو تقوم بمسك الأصول الحرة	Scavenging enzymes
الأنزيمات المحللة لإسترات الفوسفور العضوية	A-esterses
الأنزيمات المحللة للبروتين	Proteolytic enzymes
الأنزيمات المزيلة للسمية	Detoxifying Enzymes
انهيار و انبطاح	Prostration
أنهيدريدات	Anhydrides
الأنواع النشطة من الأكسجين	Reactive oxygen species (ROS)
اهتزاز أو ارتعاش	Tremors

أورام	Tumors
إيقاف نشاط الفطر	Fungistatic toxicity

ب

البزاقات	Slugs
بصل العنصل	Red Squill
بكتريا	Bacteria
البناء الضوئي	Photosynthesis
بيئة	Environment
البيرثرينات	Pyrethrins
البيرثرينات المصنعة	Pyrethroides
بين الأنواع	Interspecies

ت

تأثيرات على المادة الوراثية	Genotoxic effects
تأثير صاعق	Knock-down
تأثير طويل الأجل	Long residual action
تأثير قاتل	Lethal effect
تأثيرات خلوية	Cytotoxic effects
تأثيرات سرطانية	Carcinogenic effects
تأثيرات سلوكية عصبية	Neurobehavioral effects
تأثيرات على التطور	Developmental effects

تأثيرات على التكاثر	Reproductive effects
تأثيرات على المناعة	Immunological effects
تأثيرعلى الهورمون الأنثوي	Estrogenicity
تثبيط	Inhibition
تجاه أفقي أو استوائي	planer or equatorial (e)
تجاه محور الجزيء	Axial (a)
تجمعات أو كتل الجراد	Blocks
تجهيز المستحضرات	Formulation
تجهيزة	Formula
تحطم	Degradation
تحفيز	Induce
تحفيز أو ترقية	Promotion
تحلل	Hydrolysis
تحولات حيوي	Biotransformation
تحولات غير حيوية	Abiotic transformation
تخزين	Storage
تخمر	fermentation
تداخلات كيميائية	Chemical interactions
تربين مكلور	Chlorinated terpene
التركيب الكيميائي	Chemical Structure
تركيز التأثير العكسي غير الملاحظ	No observed adverse effect concentration (NOAEC)
التركيز الحرج	Critical concentration

التركيز اللازم لتثبيط ٥٠٪ من نشاط الأنزيم	I50
تشابه المركبات الحلقية	Endo-exo
تشوه الأجنة	Teratogenicity
تضخم	Biomagnification
التعرض البيئي	Environmental exposure
التعرض الغذائي	Dietary exposure
التعرض الكلي عن طريق الغذاء	Total diet study
التعرض الوظيفي	Occupational exposure
التعرف على الخطر	Risk identification
تعطيل	Inactivation
تغيرات فسيولوجية	Physiological changes
تغيرات كيموحيوية	Biochemical changes
التقيؤ	Emetic
تقييم التعرض	Exposure Assessment
تقييم الخطر	Risk assessment
تقييم العلاقة بين الجرعة والاستجابة	Dose-Response Assessment
تقييم سريري	Clinical evaluation
تقييم مخاطر البيئة	Ecological Risk Assessment
تكرار التعرض	Frequency
تكوين السرطان	Carcinogenesis
تناظر هندسي (شكل القارب)	Cis
تنشيط	Activation

تنظيمات أو تعليمات	Regulations
توزيع	Distribution

ث

ثابت ميخائيلس	Michalis constant (Km)
ثنائي أوكتايل فثالات	DOP

ج

جائمة	Milling
جراد	Locust
الجراد الصحراوي	Desert locust
الجراد الهاجر	Migratory locust
الجرعة المرجعية	Reference dose (RfD)
الجرعة المستنتجة تجريبي	Benchmark dose (BMD)
الجزيئات الكبيرة	Macromolecules
الجلطة الدموية	Clotting
جنين	Embryo
الجهاز التنفسي ليرقة البعوض	Siphon
الجهاز العصبي الطرفي أو المحيطي	Peripheral nervous system

ح

الحامض النووي داي أوكسي	DNA

الحامض النووي ريبوكسي	RNA
حث أو بدء	Initiation
الحد الأقصى من المتبقيات المسموح بتواجدها على مادة غذائية	Maximum residue limit (MRL)
الحد الأقصى من مستوى التعرض	Maximum tolerable exposure level (MTEL)
الحد المسموح بتناوله يومياً	Acceptable Daily Intake (ADI)
الحد المسموح به للتعرض	Permissible exposure limit (PEL)
الحد النظري المسموح بتناوله يومياً	Theoretical maximum daily intake (TMDI)
حركية المادة السامة	Toxicokinetic
حساسية	Allergy
حشائش	Weeds
حشائش ثنائية الحول	Biennials grass
حشائش حولية	Annual grass
حشائش معمرة	Perennial grass
حلم	Mites
حماية	Protection
حمل	Pregnancy
الحموضة	Acidity

خ

خارج النظام الحي	In vitro
خطر	Risk

الخلايا الليمفاوية المسئولة عن التهام الأجسام الغريبة	T-cell subset
خلايا دبقية	Glail cell
خلايا ليمفاوية	Lymphocytes

د

داخل النظام الحي	In vivo
درجة التطاير	Volatility
الدليل العلاجي	Therapeutic index (TI)
دهون متحركة	Lipid mobilization
دورة حمض ثلاثي الكربوكسيل	Tricarboxylic acid cycle

ذ

ذبابة جذور نباتات الكرنب	Cabbage-root-fly

ر

رتبة مستقيمة الأجنحة	Orthoptera
الرش بالحجم الصغير	Low volume spraying (LV)
الرش بالحجم الكبير	High Volume Spraying (HV)
الرش بالحجم المتناهي في الصغر	Ultra Low Volume Spraying (ULV)
الرش بالطائرات	Aerial Spraying
الرش في حواجز	Barrier Spraying
رصد	Monitoring

رعشة أو ترنح	Ataxia
الرقائق	Flakes
رقم الحموضة	pH
الروتينون	Rotenone

ز

الزمن اللازم لاختفاء ٥٠٪ من المركب	Half live time (t12/)
الزمن اللازم لتحلل ٥٠٪ من المركب	Dissociation time (DT50)
زيت الرش	Spraying oil
زيوت بترولية	Petroleum oils

س

سائل قابل للتدفق في الماء	Flowable liquid (FL)
سائل للرش بالحجم المتناهي في الصغر	Ultra-low volume liquid (ULV)
سرطان	Cancer
السرعة القصوى	Maximum velocity (Vmax)
سرعة تحرك آلة الرش	Forward speed
السلسلة الغذائية	Food Chain
سموم بروتوبلازمية	Protoplasmic poisons
سموم تنفسية	Respiratory poisons
سموم حادة	Acute Poisons
سموم طبيعية	Physical poisons

سموم عصبية	Nerve Poisons
سموم فطرية	Mycotoxins
سموم معدية	Stomach Poisons
سمية	Toxicity
سمية مظهرية	Morphological toxicity
سمية جهازية	Systemic toxicity
سمية عصبية	Neurotoxicity
سمية عصبية متأخرة	Delayed Neuropathy
سمية متوسطة	Intermediate syndrome

ش

الشبك العصبية	Synapses
شلل	Paralysis
شلل الزنجبيل	Ginger paralysis
شموع للتدخين	Smoke candle
شوائب	Impurities
شوارب	Whiskers

ص

الصفائح الدموية	Platelets



ضرر للنبات	Phytotoxicity

ط

الطبقة القرنية للجلد	Stratum corneum lipid
طحالب	Algae
طرق التعرض	Pathways
طريقة دخول المبيد إلى جسم الحشرة	Mode of entry
الطعوم السامة	Baits
طعوم جاهزة للاستخدام	Bait ready for use (RB)
طعوم في صورة مكعبات	Block bait
طعوم محببة	Grain bait
طعوم مركزة	Bait concentrates
طيور	Birds

ع

عجائن	Paste (PA)
عدد الثقوب في البوصة الطولية	Mesh
عديد الفينيل كلوريد	PVC
عرض مجرى الرش	Swath width
العصب الوركي	Sciatic nerve

العلاقة بين التركيب الكيماوي و النشاط	QSAR
علم الأوبئة	Epidemiology
عوامل استحلاب	Emulsifiers
عوامل الأمان	Uncertainty factors (UF)

غ

غاز	Gas (GA)
غسيل رأسي للتربة	Leaching
غير عضوي	Inorganic

ف

فأر	Rat
فترة التعرض	Duration
فترة سكون قبل البدء في زيادة عدد نبضات القلب	Latent period
الفرمونات	Pheromones
الفسيولوجيا الكهربائية للخلايا العصبية	Electrophysiology
فطريات	Fungi
فقاريات	Vertebrates
فم	Oral
فوران الحشرات	Pest resurgence
فيتامينات	Vitamins

فيروسات	Viruses
فؤيرة	Mouse

ق

قابلية الزيت للكبرتة	Sulfonation
قراد	Ticks
قشريات	Crustaceans
القطر الأوسط الحجمي	VMD
القطر الأوسط العددي	NMD
قنوات ضخ الصوديوم	Sodium pumps
قوارض	Rodents
قواقع	Molluscs
القواقع ذات الصدفة	Snails
قيمة الحد الأقصى	Threshold limit value (TLV)

ك

كائنات حية غير مستهدفة	Non-target organisms
كاسيات البذور	Seed dressing
الكبسولات الدقيقة	Microcapsules
كبسولات في صورة معلق	Capsule suspension
كبسولات في صورة معلق لمعاملة البذور	Capsule suspension for seed treatment

الكثافة	Density
كوارث	Outbreaks

م

مادة الجابا التي تنظم قنوات الكلوريد في الخلية العصبية	Y- Aminobutyric acid (GABA)
مادة تنتج أبخرة	Vapour releasing product (VP)
مادة سامة	Toxicant
مادة غريبة	Xenobiotic
مادة فعالة	Active ingredient (a.i.)
مادة مسقطة للأوراق	Defoliant
مانع للتجلط	Anticoagulant
مانعات الأكسدة	Antioxidants
مبخرات أو مدخنات متعددة الأغراض	Multipurpose fumigants
مبيد آفات	Pesticide
مبيد بكتيري	Bactericide
مبيد حشائش	Herbicide
مبيد حشري	Insecticide
مبيد طحالب	Algicide
مبيد طيور	Avicide
مبيد فطري	Fungicide
مبيد فيروسي	Viricide
مبيد قوارض	Rodenticide

مبيد نيماتودي	Nematicide
مبيدات الآفات الحيوانية اللافقارية	Non-vertebrate pesticides
مبيدات الحشائش	Herbicides
مبيدات الحشائش العضوية المعدنية	Organometallic herbicides
مبيدات الفسفور العضوية	Organophosphruos insecticides
مبيدات الكاربامات	Carbamtate Insecticides
مبيدات حشائش اختيارية	Selective herbicides
مبيدات حشائش بالملامسة	Contact Herbicides
مبيدات حشائش تطبق بعد الانبثاق	Post-emergent
مبيدات حشائش تطبق قبل الانبثاق	Pre-emergent
مبيدات حشائش عضوية	Organic herbicides
مبيدات حشائش غير اختيارية	Non-selective herbicides
مبيدات حشائش غير عضوية	Inorganic herbicides
المبيدات ذات الأصل النباتي	Botanical Pesticides
مبيدات قواقع	Molluscicides
مبيدات للبيض	Ovicides
مبيدات معلمة	Labeled pesticides
مبيدات ميكروبية	Biocides
متوسط الجرعة السامة	Toxic dose) TD50)
متوسط الجرعة القاتلة لحوالي ٥٠٪ من الأفراد المعاملة	Median lethal dose (LD50)
متوسط الجرعة المؤثرة	Effective Dose (ED50)
مثبطات أنزيم الأسيتايل كولين إستيريز	Anticholinetsrases

مجانس خلوي	Homogenate
مجموعات أو فرق الحوريات	Bands
المحاليل الزيتية	Oil solutions
محاليل لمعاملة البذور	Solution for seed treatment (LS)
محاور الخلايا العصبية	Axons
محببات	Granules (G)
محببات دقيقة	Microgranule (MG)
محببات قابلة للاستحلاب	Emulisifiable granules
محببات قابلة للانتشار في الماء	Water dispersible granules (WDG)
محببات قابلة للذوبان في الماء	Water soluble granule (SG)
مخاطر	Hazards
مخاليط	Mixtures
مخلوط برجندى	Burgundy mixture
مخلوط بوردو	Bordeaux mixture
المدخنات	Fumigants
مدخنات التربة	Soil fumigants
مدخنات للنيماتودا	Nematicidal fumigants
مرض حرب الخليج	Gulf Syndrome
مركب جهازي	Systemic compound
مركبات محبة للذوبان في الماء	Hydrophilic compounds
مركبات الجيل الأول	First generation compounds
مركبات الجيل الثاني	Second generation compounds

المركبات الحلقية غير المتجانسة	Heterocyclic compounds
مركبات الزئبق العضوية	Organomercuric compounds
مركبات حلقية أو عطرية	Aromatic compounds
مركبات محبة للذوبان في الدهون	Lipophilic comounds
المركزات الزيتية	Oil concentrates
المركزات القابلة للاستحلاب	Emulisifiable Concentrates (EC)
المركزات القابلة للاستحلاب المعكوسة	Invert emulisifiable concentrates (IEC)
المركزات المائية	Aqueous Concentrates
مركزات قابلة للتدفق لمعاملة البذور	Flowable concentrate for seed treatment (FS)
مركزات قابلة للتعلق	Dispersible concentrate (DC)
مركزات قابلة للذوبان	Soluble concentrate (SL)
مركزات للتضبيب على البارد	Cold fogging concentrate (KN)
مركزات للتضبيب على الساخن	Hot fogging concentrate (HN)
مركزات معلقة	Suspension concentrates (SC)
مساحيق التعفير	Dusts (D)
مساحيق التعفير المركزة	Concentrated Dusts
المساحيق القابلة للذوبان	Soluble powder (SP)
مساحيق قابلة للانتشار في الماء	Water dispersible powder (WDP)
مساحيق قابلة للانتشار لمعاملة البذور	Water dispersible powder for slurry seed treatment (WS)
مساحيق قابلة للبلل	Wettable Powder (WP)
مساحيق قابلة للتعلق	Dispersible Powders (DP)
مساحيق قابلة للذوبان في الماء لمعاملة البذور	Water soluble powder for seed treatment (SS)

مساحيق ممرات	Tracking powders
المسافة بين مسارات الرش	Track spacing
مستحضرات التحرر المحكوم	Controlled release formulation (CRF)
مستحضرات مضغوطة (الإيروسولات)	Aerosols
مستحلب من النوع زيت في ماء	O/W
مستحلب من النوع ماء في زيت	W/O
المستحلبات المركزة	Stock emulsion (SE)
مستقبلات الأسيتايل كولين	AChR
مستقبلات الجابا	GABA receptor
المستقبلات النيكوتينية	Nicotinic Receptors
مستوى التأثير العكسي غير الملاحظ	No observed adverse effect level (NOAEL)
مستوى التعرض البيئي	Environmental exposure level (EEL)
مشابه ضوئي	Optical isomer
مشابه فراغي	Geometrical isomer
مشابهات فراغية	Sterco isomers
مشابهات مركب DDT	DDT isomers
مشاكل متقابل (شكل الكرسي)	Trans
مشتقات بارافينية	Parafins
مصير	Fate
مضاد لفعل	Antagonist
المضادات الحيوية	Antibiotics
المظهر الانتقالي للجراد	Transiens

المظهر الانفرادي للجراد	Solitarious
المظهر التجمعي للجراد	Gregarious
معادلات رياضية	Models
معايير	Standards
معلق للرش بالحجم المتناهي في الصغر	Ultra-low volume suspension (SU)
معلم حيوي	Biomarker
مقاييس كيموحيوية	Biochemical parameters
مكافحة	Control
المكافحة المتكاملة للآفات	Integrated pest management (IPM)
مماثل الصورة (R)	(R)-Enantiomer
مماثلات أو نظائر مركب DDT	DDT analogues
مناطق الاتصال بين الخلايا في الأغشية الخلوية	Gap junctional intercellular communication (GJIC)
مناطق ما بعد الشبك العصبية	Postsynaptic terminals
مناطق ما قبل الشبك العصبية	Prestsynaptic terminals
منتج يولد دخان	Gas generating product (GE)
منظمات النمو	Growth regulators
منظمات النمو الحشرية	Insect growth regulators
منظمة الأغذية و الزراعة	FAO
منظمة الصحة العالمية	WHO
مواد إضافية	Adjuvants
مواد تحدث خلل لإفرازات الغدد الصماء	Endocrine-disrupting chemicals
مواد مصححة أو تقلل من سمية المبيدات	Correctors

مواد ناقلة للرسائل الكيميائية	Semiochemicals
مواد نشطة نشطة سطحيا	Surfactants
موت خلفي	Dying Back
مولدات دخان	Smoke generator (FU)
ميكانيكية إحداث الفعل السام	Mechanism of action

ن

ناقل عصبي	Neurotransmitter
نبات الريانا	Ryania
نخيل البلح	Date palm
نزع الماء	Dehydration
نزيف بالفم	Bleeding
نسبة المواد غير المكبرتة	Unsulfonated Ratio (USR)
نظام الطوارئ للوقاية من الأمراض والآفات الحيوانية العابرة للحدود	EMPRES
نظام بيئي	Ecosystem
نفاذية	Penetration
النموذج الفسيولوجي المعتمد على حركية المركب	Physiological based pharmacokinetic (PB-PK) model
النموذج الفسيولوجي المعتمد على ديناميكية المركب	Physiological based pharmacodynamic (PB-PD) model
نواتج الهدم	Metabolites
النيكوتين	Nicotine
نيماتودا	Nematodes

نيماتودا تتطفل على النبات خارجيا	Exoparasitic Nematode
نيماتودا تتطفل على النبات داخليا	Endoparasitic Nematode

هـ

هرمون	Hormone
هكتار	Acre
هلام أو جيل لمعاملة البذور	Gel for seed treatment (GF)
الهيدروكربونات المكلورة	Chlorinated Hydrocarbons

و

وصف الخطر	Risk characterization
وقاية	Prophylaxis
وكالة حماية البيئة	EPA

ثانياً : إنجليزي – عربي

A

γ- Aminobutyric acid (GABA)	مادة الجابا التي تنظم قنوات الكلوريد في الخلية العصبية
(R)-Enantiomer	مماثل الصورة (R)
Abiotic transformation	تحولات غير حيوية
Absorption	امتصاص
Acceptable Daily Intake (ADI)	الحد المسموح بتناوله يومياً
Acetolactate synthase (ALS)	أنزيم يخلق الأحماض الأمينية المتفرعة مثل الفالين، الليسين و الأيزوليسين
Acetylated enzyme	الأنزيم المؤستل
AChE	أنزيم الأسيتايل كولين إستيريز
AChR	مستقبلات الأسيتايل كولين
Acidity	الحموضة
Acre	هكتار
Activation	تنشيط
Active ingredient (a.i.)	مادة فعالة

سموم حادة	Acute Poisons
مواد إضافية	Adjuvants
الرش بالطائرات	Aerial Spraying
مستحضرات مضغوطة (الإيروسولات)	Aerosols
الأنزيمات المحللة لإسترات الفوسفور العضوية	A-estersces
إزمان	Aging
طحالب	Algae
مبيد طحالب	Algicide
أشباه قلويات(قلويدات)	Alkoloides
حساسية	Allergy
أنهيدريدات	Anhydrides
حشائش حولية	Annual grass
مضاد لفعل	Antagonist
المضادات الحيوية	Antibiotics
مثبطات أنزيم الأسيتايل كولين إستيريز	Anticholinetsrases
مانع للتجلط	Anticoagulant
مانعات الأكسدة	Antioxidants
المركزات المائية	Aqueous Concentrates
مركبات حلقية أو عطرية	Aromatic compounds
رعشة أو ترنح	Ataxia
الأنزيم المحلل للروابط الغنية في الطاقة	ATP-ase
مبيد طيور	Avicide
تجاه محور الجزيء	Axial (a)
محاور الخلايا العصبية	Axons

B

Bacteria	بكتريا
Bactericide	مبيد بكتيري
Bait concentrates	طعوم مركزة
Bait ready for use (RB)	طعوم جاهزة للاستخدام
Baits	الطعوم السامة
Bands	مجموعات أو فرق الحوريات
Barrier Spraying	الرش في حواجز
Benchmark dose (BMD)	الجرعة المستنتجة تجريبياً
Biennials grass	حشائش ثنائية الحول
Binding	ارتباط
Binding to Irrelevan target	الارتباط بهدف غير حيوي
Binding to Relevant target	الارتباط بهدف حيوي
Biochemical changes	تغيرات كيموحيوية
Biochemical parameters	مقاييس كيموحيوية
Biocides	مبيدات ميكروبية
Biomagnification	تضخم
Biomarker	معلم حيوي
Biotransformation	تحولات حيوي
Birds	طيور
Bleeding	نزيف بالفم
Block bait	طعوم في صورة مكعبات
Blocks	تجمعات أو كتل الجراد
Bordeaux mixture	مخلوط بوردو
Botanical Pesticides	المبيدات ذات الأصل النباتي

Burgundy mixture	مخلوط برجندى

C

Cabbage-root-fly	ذبابة جذور نباتات الكرنب
Cancer	سرطان
Capsule suspension	كبسولات في صورة معلق
Capsule suspension for seed treatment	كبسولات في صورة معلق لمعاملة البذور
Carbamtate Insecticides	مبيدات الكاربامات
Carboxylase	الأنزيم المحلل لمجموعة الكربوكسيل
Carboxylation	إضافة مجموعة كربوكسيل
Carcinogenesis	تكوين السرطان
Carcinogenic effects	تأثيرات سرطانية
Carnivorous	آكل للحوم
Chemical interactions	تداخلات كيميائية
Chemical name	الاسم الكيميائي
Chemical Structure	التركيب الكيميائي
Chlorinated Hydrocarbons	الهيدروكربونات المكلورة
Chlorinated terpene	تربين مكلور
Cis	تناظر هندسي (شكل القارب)
Clinical evaluation	تقييم سريري
Clotting	الجلطة الدموية
Cold fogging concentrate (KN)	مركزات للتضبيب على البارد
Common name	الاسم الدارج أو الشائع
Concentrated Dusts	مساحيق التعفير المركزة
Contact Herbicides	مبيدات حشائش بالملامسة
Control	مكافحة

Controlled release formulation (CRF)	مستحضرات التحرر المحكوم
Convulsions	ارتجافات
Correctors	مواد مصححة أو تقلل من سمية المبيدات
Critical concentration	التركيز الحرج
Crustaceans	قشريات
Cumuliform	أسراب تراكمية من الجراد مرتفعة الطيران
Cyclic AMP	أدينوسين حلقي أحادي الفوسفات
Cytotoxic effects	تأثيرات خلوية

D

Date palm	نخيل البلح
DDT analogues	مماثلات أو نظائر مركب DDT
DDT isomers	مشابهات مركب DDT
DDT-dehydrochlorinase	أنزيم نزع جزيء HCl من مركب DDT
Defoliant	مادة مسقطة للأوراق
Degradation	تحطم
Dehydration	نزع الماء
Delayed Neuropathy	سمية عصبية متأخرة
Density	الكثافة
Dermal absorption	الامتصاص الجلدي
Desert locust	الجراد الصحراوي
Desulfuration	إزالة ذرة الكبريت
Detoxification mechanisms	آليات إزالة السمية
Detoxifying Enzymes	الأنزيمات المزيلة للسمية
Developmental effects	تأثيرات على التطور
Dietary exposure	التعرض الغذائي

Dispersible concentrate (DC)	مركزات قابلة للتعلق
Dispersible Powders (DP)	مساحيق قابلة للتعلق
Dissociation time (DT_{50})	الزمن اللازم لتحلل ٥٠٪ من المركب
Distribution	توزيع
DNA	الحامض النووي داي أوكسي
DOP	ثنائي أوكتايل فثالات
Dose-Response Assessment	تقييم العلاقة بين الجرعة والاستجابة
Duration	فترة التعرض
Dusts (D)	مساحيق التعفير
Dying Back	موت خلفي

E

Ecological Risk Assessment	تقييم مخاطر البيئة
Ecosystem	نظام بيئي
Effective Dose (ED_{50})	متوسط الجرعة المؤثرة
Electrophysiology	الفسيولوجيا الكهربائية للخلايا العصبية
Embryo	جنين
Emetic	التقيؤ
EMPRES	نظام الطوارئ للوقاية من الأمراض والآفات الحيوانية العابرة للحدود
Emulisifiable Concentrates (EC)	المركزات القابلة للاستحلاب
Emulisifiable granules	محببات قابلة للاستحلاب
Emulsifiers	عوامل استحلاب
Endocrine-disrupting chemicals	مواد تحدث خلل لإفرازات الغدد الصماء
Endo-exo	تشابه المركبات الحلقية
Endoparasitic Nematode	نيماتودا تتطفل على النبات داخليا

Environment	بيئة
Environmental exposure	التعرض البيئي
Environmental exposure level (EEL)	مستوى التعرض البيئي
5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (EPSPS)	أنزيم يكوين الأحماض العطرية المعروفة باسم حمض الإشكيميك
EPA	وكالة حماية البيئة
Epidemiology	علم الأوبئة
Estrogenicity	تأثيرعلى الهورمون الأنثوي
Excretion	إخراج
Exoparasitic Nematode	نيماتودا تتطفل على النبات خارجيا
Exposure Assessment	تقييم التعرض
Extrapolation	استنباط

F

FAO	منظمة الأغذية والزراعة
Fate	مصير
fermentation	تخمر
First generation compounds	مركبات الجيل الأول
Flakes	الرقائق
Flowable concentrate for seed treatment (FS)	مركزات قابلة للتدفق لمعاملة البذور
Flowable liquid (FL)	سائل قابل للتدفق في الماء
Food Chain	السلسلة الغذائية
Formula	تجهيزة
Formulation	تجهيز المستحضرات
Forward speed	سرعة تحرك آلة الرش
Free radicals	أصول حرة

Frequency	تكرار التعرض
Fumigants	المدخنات
Fungi	فطريات
Fungicidal toxicity	إبادة أو قتل الفـــطر
Fungicide	مبيد فطري
Fungistatic toxicity	إيقاف نشاط الفطر

G

GABA receptor	مستقبلات الجابا
Gap junctional intercellular communication (GJIC)	مناطق الاتصال بين الخلايا في الأغشية الخلوية
Gas (GA)	غاز
Gas generating product (GE)	منتج يولد دخان
Gel for seed treatment (GF)	هلام أو جيل لمعاملة البذور
Genotoxic effects	تأثرات على المادة الوراثية
Geometrical isomer	مشابه فراغي
Ginger paralysis	شلل الزنجبيل
Glail cell	خلايا دبقية
Glutamine synthetase	الأنزيم الذي يخلق الحامض الأميني الجلوتامين
Good agriculture practice (GAP)	الأداء الجيد للعمليات الزراعية
Good laboratory practice (GLP)	الأداء الجيد للمعمل
Grain bait	طعوم محببة
Granules (G)	محببات
Gregarious	المظهر التجمعي للجراد
Growth regulators	منظمات النمو
Gulf Syndrome	مرض حرب الخليج

H

Half live time ($t_{1/2}$)	الزمن اللازم لاختفاء ٥٠٪ من المركب
Hazards	مخاطر
Herbicide	مبيد حشائش
Herbicides	مبيدات الحشائش
Heterocyclic compounds	المركبات الحلقية غير المتجانسة
High Volume Spraying (HV)	الرش بالحجم الكبير
Homogenate	مجانس خلوي
Hormone	هرمون
Hot fogging concentrate (HN)	مركزات للتضبيب على الساخن
Hydrolase	أنزيم يقوم بتحلل بعض المركبات الفوسفورية
Hydrolysis	تحلل
Hydrophilic compounds	مركبات محبة للذوبان في الماء
Hypercalcification	إفراط في ترسب الكالسيوم
Hypervitaminosis	إفرط في الفيتامينات

I

I_{50}	التركيز اللازم لتثبيط ٥٠٪ من نشاط الأنزيم
Immunological effects	تأثيرات على المناعة
Impurities	شوائب
In vitro	خارج النظام الحي
In vivo	داخل النظام الحي
Inactivation	تعطيل
Induce	تحفيز
Inhibition	تثبيط
Initiation	حث أو بدء

غير عضوي	Inorganic
مبيدات حشائش غير عضوية	Inorganic herbicides
منظمات النمو الحشرية	Insect growth regulators
مبيد حشري	Insecticide
المكافحة المتكاملة للآفات	Integrated pest management (IPM)
سمية متوسطة	Intermediate syndrome
بين الأنواع	Interspecies
المركزات القابلة للاستحلاب المعكوسة	Invert emulisifiable concentrates (IEC)

J

الاجتماع المشترك لدراسة متبقيات المبيدات	Joint Meeting on Pesticide Residues (JMPR)

K

تأثير صاعق	Knock-down

L

مبيدات معلمة	Labeled pesticides
اعتلال المحاور العصبية البعيدة ذات أنصاف أقطار كبيرة	Large and distal axonopathy
فترة سكون قبل البدء في زيادة عدد نبضات القلب	Latent period
غسيل رأسي للتربة	Leaching
تأثير قاتل	Lethal effect
دهون متحركة	Lipid mobilization
مركبات محبة للذوبان في الدهون	Lipophilic comounds
جراد	Locust
تأثير طويل الأجل	Long residual action
الرش بالحجم الصغير	Low volume spraying (LV)

خلايا ليمفاوية	Lymphocytes

M

الجزيئات الكبيرة	Macromolecules
الحد الأقصى من المتبقيات المسموح بتواجدها على مادة غذائية	Maximum residue limit (MRL)
الحد الأقصى من مستوى التعرض	Maximum tolerable exposure level (MTEL)
السرعة القصوى	Maximum velocity (V_{max})
ميكانيكية إحداث الفعل السام	Mechanism of action
متوسط الجرعة القاتلة لحوالي ٥٠٪ من الأفراد المعاملة	Median lethal dose (LD_{50})
عدد الثقوب في البوصة الطولية	Mesh
نواتج الهدم	Metabolites
ثابت ميخائيلس	Michalis constant (K_m)
الكبسولات الدقيقة	Microcapsules
محببات دقيقة	Microgranule (MG)
الجراد المهاجر	Migratory locust
جائمة	Milling
حلم	Mites
مخاليط	Mixtures
آلية أو ميكانيكية إحداث الفعل السام	Mode of action
طريقة دخول المبيد إلى جسم الحشرة	Mode of entry
معادلات رياضية	Models
مبيدات قواقع	Molluscicides
قواقع	Molluscs
رصد	Monitoring

Monoamine oxidase (MAO)	أنزيم أحادي الأمين أكسيديز
Morphological toxicity	سمية مظهرية
Mouse	فؤيرة
Multipurpose fumigants	مبخرات أو مدخنات متعددة الأغراض
Mycotoxins	سموم فطرية

N

Nematicidal fumigants	مدخنات للنيماتودا
Nematicide	مبيد نيماتودي
Nematodes	نيماتودا
Nerve Poisons	سموم عصبية
Neurobehavioral effects	تأثيرات سلوكية عصبية
Neuropathy target esterase (NTE)	أنزيم السمية العصبية المتأخرة
Neurotoxicity	سمية عصبية
Neurotransmitter	ناقل عصبي
Nicotine	النيكوتين
Nicotinic Receptors	المستقبلات النيكوتينية
NMD	القطر الأوسط العددي
No observed adverse effect concentration (NOAEC)	تركيز التأثير العكسي غير الملاحظ
No observed adverse effect level (NOAEL)	مستوى التأثير العكسي غير الملاحظ
Non-selective herbicides	مبيدات حشائش غير اختيارية
Non-target organisms	كائنات حية غير مستهدفة
Non-vertebrate pesticides	مبيدات الآفات الحيوانية اللافقارية

O

O/W	مستحلب من النوع زيت في ماء
Occupational exposure	التعرض الوظيفي

Oil concentrates	المركزات الزيتية
Oil solutions	المحاليل الزيتية
Optical isomer	مشابه ضوئي
Oral	فم
Organic herbicides	مبيدات حشائش عضوية
Organomercuric compounds	مركبات الزئبق العضوية
Organometallic herbicides	مبيدات الحشائش العضوية المعدنية
Organophosphruos insecticides	مبيدات الفسفور العضوية
Orthoptera	رتبة مستقيمة الأجنحة
Outbreaks	كوارث
Ovicides	مبيدات للبيض
Oxidation	أكسدة
Oxidative stress	إجهاد نتيجة الأكسدة

P

Parafins	مشتقات بارافينية
Paralysis	شلل
Paraoxanase	الأنزيم المحلل لمبيد البارأوكسون
Paris Green	أخضر باريس
Paste (PA)	عجائن
Pathways	طرق التعرض
Pellets	الأقراص
Penetration	نفاذية
Perennial grass	حشائش معمرة
Peripheral nervous system	الجهاز العصبي الطرفي أو المحيطي
Permissible exposure limit (PEL)	الحد المسموح به للتعرض

آفة	Pest
مبيد آفات	Pesticide
فوران الحشرات	Pest resurgence
زيوت بترولية	Petroleum oils
رقم الحموضة	pH
الفرمونات	Pheromones
أنزيم مفسفر	phosphorylated enzyme
البناء الضوئي	Photosynthesis
سموم طبيعية	Physical poisons
النموذج الفسيولوجي المعتمد على ديناميكية المركب	Physiological based pharmacodynamic (PB-PD) model
النموذج الفسيولوجي المعتمد على حركية المركب	Physiological based pharmacokinetic (PB-PK) model
تغيرات فسيولوجية	Physiological changes
آكل للنبات	Phytophagous
ضرر للنبات	Phytotoxicity
أسراب	Plagues
تجاه أفقي أو استوائي	planer or equatorial (e)
الصفائح الدموية	Platelets
أنزيم السمية العصبية المتأخرة المحبب	P-NTE
اعتلال عصبي متعدد	Polyneuropathy
مبيدات حشائش تطبق بعد الانبثاق	Post-emergent
مناطق ما بعد الشبك العصبية	Postsynaptic terminals
مبيدات حشائش تطبق قبل الانبثاق	Pre-emergent
حمل	Pregnancy
مناطق ما قبل الشبك العصبية	Prestsynaptic terminals

Promotion	تحفيز أو ترقية
Prophylaxis	وقاية
Prostration	انهيار و انبطاح
Protection	حماية
Proteolytic enzymes	الأنزيمات المحللة للبروتين
Protoplasmic poisons	سموم بروتوبلازمية
PVC	عديد الفينيل كلوريد
Pyrethrins	البيرثرينات
Pyrethroides	البيرثرينات المصنعة

Q

QSAR	العلاقة بين التركيب الكيماوي و النشاط

R

Rat	فأر
Reactive oxygen species (ROS)	الأنواع النشطة من الأكسجين
Recovery	استرجاع
Red Squill	بصل العنصل
Reduction	اختزال
Reference dose (RfD)	الجرعة المرجعية
Regulations	تنظيمات أو تعليمات
Reproductive effects	تأثيرات على التكاثر
Respiratory poisons	سموم تنفسية
Response	الاستجابة
Risk	خطر
Risk assessment	تقييم الخطر
Risk characterization	وصف الخطر

التعرف على الخطر	Risk identification
إدارة المخاطر	Risk management
الحامض النووي ريبوكسي	RNA
مبيد قوارض	Rodenticide
قوارض	Rodents
الروتينون	Rotenone
أشباه الروتينون	Rotenoids
نبات الريانا	Ryania

S

الأنزيمات الكاسحة أو تقوم بمسك الأصول الحرة	Scavenging enzymes
العصب الوركي	Sciatic nerve
مركبات الجيل الثاني	Second generation compounds
كاسيات البذور	Seed dressing
مبيدات حشائش اختيارية	Selective herbicides
مواد ناقلة للرسائل الكيميائية	Semiochemicals
الجهاز التنفسي ليرقة البعوض	Siphon
البزاقات	Slugs
شموع للتدخين	Smoke candle
مولدات دخان	Smoke generator (FU)
أقراص للتدخين	Smoke tablet (FT)
القواقع ذات الصدفة	Snails
أنزيم السمية العصبية المتأخرة الذائب	S-NTE
قنوات ضخ الصوديوم	Sodium pumps
مدخنات التربة	Soil fumigants

Solitarious	المظهر الانفرادي للجراد
Soluble concentrate (SL)	مركزات قابلة للذوبان
Soluble powder (SP)	المساحيق القابلة للذوبان
Solution for seed treatment (LS)	محاليل لمعاملة البذور
Spraying oil	زيت الرش
Standards	معايير
Stereo isomers	مشابهات فراغية
Stock emulsion (SE)	المستحلبات المركزة
Stomach Poisons	سموم معدية
Storage	تخزين
Strategies	إستراتيجيات
Stratiform	أسراب طبقية من الجراد منخفضة الارتفاع
Stratum corneum lipid	الطبقة القرنية للجلد
Sulfonation	قابلية الزيت للكبرتة
Surfactants	مواد نشطة سطحيا
Suspension concentrates (SC)	مركزات معلقة
Swath width	عرض مجرى الرش
Synapses	الشبك العصبية
Systemic compound	مركب جهازي
Systemic toxicity	سمية جهازية

T

Tablets (TB)	أقراص
T-cell subset	الخلايا الليمفاوية المسئولة عن التهام الأجسام الغريبة
Teratogenicity	تشوه الأجنة

Theoretical maximum daily intake (TMDI)	الحد النظري المسموح بتناوله يومياً
Therapeutic index (TI)	الدليل العلاجي
Threshold limit value (TLV)	قيمة الحد الأقصى
Thrombokinase	أنزيم يقوم بتحويل البروثرومبين الموجود في الدم إلى الثرومبين
Ticks	قراد
Total diet study	التعرض الكلي عن طريق الغذاء
Toxic dose (TD_{50})	متوسط الجرعة السامة
Toxicant	مادة سامة
Toxicity	سمية
Toxicodynamic	آلية أو ميكانيكية إحداث الفعل السام
Toxicokinetic	حركية المادة السامة
Track spacing	المسافة بين مسارات الرش
Tracking powders	مساحيق ممرات
Trade name	الاسم التجاري
Trans	مشاكل متقابل (شكل الكرسي)
Transiens	المظهر الانتقالي للجراد
Tremors	اهتزاز أو ارتعاش
Tricarboxylic acid cycle	دورة حمض ثلاثي الكربوكسيل
Tumors	أورام

U

Ultra Low Volume Spraying (ULV)	الرش بالحجم المتناهي في الصغر
Ultra-low volume liquid (ULV)	سائل للرش بالحجم المتناهي في الصغر
Ultra-low volume suspension (SU)	معلق للرش بالحجم المتناهي في الصغر
Uncertainty factors (UF)	عوامل الأمان

Unsulfonated Ratio (USR)	نسبة المواد غير المكبرتة

V

Vapour releasing product (VP)	مادة تنتج أبخرة
Vertebrates	فقاريات
Viricide	مبيد فيروسي
Viruses	فيروسات
Vitamins	فيتامينات
VMD	القطر الأوسط الحجمي
Volatility	درجة التطاير

W

W/O	مستحلب من النوع ماء في زيت
Water dispersible granules (WDG)	محببات قابلة للانتشار في الماء
Water dispersible powder (WDP)	مساحيق قابلة للانتشار في الماء
Water dispersible powder for slurry seed treatment (WS)	مساحيق قابلة للانتشار لمعاملة البذور
Water dispersible tablet	أقراص قابلة للانتشار في الماء
Water soluble granule (SG)	محببات قابلة للذوبان في الماء
Water soluble powder for seed treatment (SS)	مساحيق قابلة للذوبان في الماء لمعاملة البذور
Water soluble tablet (ST)	أقراص قابلة للذوبان في الماء
Weeds	حشائش
Wettable Powder (WP)	مساحيق قابلة للبلل
Whiskers	شوارب
WHO	منظمة الصحة العالمية

X

Xenobiotic	مادة غريبة

كشاف الموضوعات

أ

إبادة أو قتل الفطر Fungicidal toxicity ١١٤
أبامكتين Abamectin ٢٠٣، ٢٠٤
إبتك EPTC ١٦٨
أترازين Atrazine ١٣، ١٦٥
الأتروبين ٢٩٩، ٣١١، ٣١٥، ٣٢٥
الإثيون Ethion ٧٦، ٧٧
الأجراسون Agrosan ١٢٢
أخضر باريس Paris Green ٣٨
الأداء الجيد للعمليات الزراعية Good agriculture practice (GAP) ٣٤٠، ٣٥٧
الإدارة المتكاملة للآفات Integrated Pest Management, IPM ٢٠،١٦،٣،٥
إدارة المخاطر Risk management ٣٣٩
أدينوسين حلقي أحادي الفوسفات Cyclic AMP ٣٠٢
أرجون لندن ١٢
إزالة ذرة الكبريت Desulfuration ٧٣، ٣٦٢
إزمان Aging ٣٠٣،-٣٠٥، ٣٠٧، ٣١١، ٣١٤، ٣٤٧
الآزوبنزين Azobenzene ١٩٤
آزوسيكلوتن Azocyclotin ١٩٩
الآزوكسيستروبين ١٤
أزيد الصديوم Sodium azide ٢٢١
إس-بيوألثرين S-Bioallethrin ١٠٥
إسترات الفسفور العضوية الأروماتية ٧٧
إسترات الفوسفات العضوية الأليفاتية ٧١
إسترات الفوسفور العضوية الحلقية غير متجانسة ٧٧، ٨٤، ٨٨
إسترات حامض الفوسفوريك ٢٩٣
إسترات فوسفوروثنائي الكبريت phosphorodithioate esters ٧٣
أسراب تراكمية من الجراد مرتفعة الطيران Cumuliform ٢٩٠

أسراب طبقية من الجراد منخفضة الارتفاع Stratiform ٢٩٠
إس-فينفاليريت Esfenvalerate ٢٨٢
أشباه الروتينون أو الروتينويدز Rotenoids ٣٨، ٥٠
الأفلاتوكسينات ١١٣
أكاسيد النحاس ١١٧
أكريناثرين Acrinathrin ٢٠٧
أكسيد الألمونيوم ٣٦، ٤١
أكسيد النحاسوز ١١٧
أكسيد النحاسيك ١١٧
ألاكلور Alachlor ١٨٣
الألثرين Allethrin ١٠٥، ١٠٧، ١٠٨
الألدرين ١٣، ١٤، ٣٧، ٦٤، ٦٦، ٣٤٢
الألدهيد ١١٥، ١٢٣، ٢٢٣
الألديكارب Aldicarb ١٤، ١٠٢، ١٠٣، ٢١١، ٢١٧، ٢٢١، ٣٤٨
ألكان زرنيخات الكالسيوم ١٦٢
ألكيل فوسفات ٣٦٠، ٣٦٣
الألودان Alodane ٦٤، ٦٦
ألوكسيديم Alloxydim ١٩١
آلية أو ميكانيكية إحداث الفعل السام Toxicodynamic ٣٥٩
إم سي بي أيه MCPA ١٧٧
أملاح ثاني البريديليوم ١٦٥، ١٦٧
أملاح ميثان زرنيخات المعادن الثقيلة ١٦٢
الأميتراز Amitraz ٢٠١
الأميدين Amidine ٢١٠
أنابسين Anabasine ٥٣
أنتو Antu ٢٢٣، ٢٣٨
الإندرين ١٣
الإندرين Endrin ١٣، ٦٤،٦٧، ٣٤٢
أنزيم أحادي الأمين أكسيديز Monoamine oxidase (MAO) ٢٠١، ٢٨٣
أنزيم الأسيتايل كولين إستيريز AChE ٧٢، ٧٤-٧٧، ٨٠، ٨٣-٩٢، ٩٤-٩٦، ١٠٠-١٠٤، ٢١٧، ٢١٨، ٢٢٠، ٢٩٢، ٢٩٥، ٢٩٦، ٢٩٨، ٣٠٢، ٣٠٣، ٣١٠، ٣١٧، ٣١٨، ٣٢٢، ٣٣٣، ٣٣٤، ٣٤٢، ٣٤٥، ٣٤٧، ٣٥٣، ٣٦٠-٣٦٣، ٣٦٩
أنزيم الثرومبوكينيز Thrombokinase ٢٥٢
أنزيم السمية العصبية المتأخرة الذائب S-NTE ٢٩٩، ٣٠٠
أنزيم السمية العصبية المتأخرة المحبب P-NTE ٣٠٠
أنزيم السمية العصبية المتأخرة Neuropathy target esterase (NTE) ٢٩٢، ٢٩٣، ٢٩٥، ٢٩٦، ٢٩٨-٣٠٠، ٣٠٢-٣٠٧، ٣١٠-٣١٣، ٣١٥-٣٢٧، ٣٣٠-٣٣٥، ٣٤٧، ٣٦١
الأنزيم المؤستل Acetylated enzyme ٣٠٣
الأنزيم المحلل للروابط الغنية في الطاقة ATP-ase ٥٦، ٦٧، ٦٨، ٣٠٩
الأنزيم المحلل لمبيد الباراأوكسون Paraoxanase ٣٦٢

الأنزيم المحلل لمجموعة الكربوكسيل
Carboxylase or Carboxylcsterase ٧٣، ١٢٤،
١٣٢، ٣٦٢
أنزيم بيتا-أوكسيديز β-oxidase ١٧٢
أنزيم مفسفر phosphorylated enzyme ٣٠٤،
٣٠٥، ٣٠٧، ٣١٣
أنزيم نزع جزيء HCl من دي دي تي
DDT-dehydrochlorinase ٥٦
أنزيم يخلق الأحماض الأمينية المتفرعة
Acetolactate synthase (ALS) ١٧٣، ١٨١،
١٨٢، ١٨٩، ١٩٠
الأنزيمات المحللة لإسترات الفوسفور
العضوية A-esterses ٣٦٩
الأنزيمات المزيلة للسمية Detoxifying Enzymes
٣٦٩
أنسار Ansar ١٦١
أنهيدريدات Anhydrides ٦٩
الأزادراكتين Azadirachtin ٢٨٣
أورثو-تلوين سلفون أميد o-toluene
sulfonamide ١٣٥
أوفكس Ovex ١٩٤
الأوكساميل Oxamyl ١٠٣، ١٠٤، ٢١١،
٢١٧
أوكسي كلورو النحاس ١١٨، ١٤١، ٢٦٠
الأوكسيم ١٠٢، ١٩١، ٣١٢، ٣٢٤
الأوكسيم كاربامات ١٠٢
أومبا (OMPA) Octamethylpayrophosphamide
٦٨، ٨٩
إي بي إن EPN ١٣، ٨١، ٢٩٥، ٣٠٦، ٣١٧،
٣٢٥، ٣٣٤، ٣٦٠
إيبوفوس Ebufos ٢١٩
إيثايل كلوريد الزئبقيك Ethylmercuric chloride
١٢٢
إيثايل هكسان دايول (Rutgres 612) ١٢
إيثلين لثنائي ثاني ثيوكاربامات Ethylene
Dithiocarbamates ١١٥، ١١٨
إيثوبروب Ethoprop ٢١٧
إيثوبروفوس Ethoprophos ٢١٧
إيرجوكلاسيفيرول Ergocalciferol ٢٤١
الأيزوبروتيورون Isoproturon ١٧٣، ١٨٦
أيزودرين Isodrin ٦٤، ٦٦، ٦٧
الأيزوفينفوس ٢٩٥، ٣٦٣، ٣٦٤
الأيزولان ١٣
الأيزوملاثيون ٣١٨
الإيزيرين Eserin ٩٥
الأيسولان Isolan ٩٧
إيقاف نشاط الفطر Fungistatic toxicity ١١٤
الأيكوثيوفات ٣٦١
إيمازابير Imazapyr ١٧٣، ١٩٠
إيمازابير Imazapyr ١٩٠
إيمازاموكس Imazamox ١٨٩
إيمازاميثابنز-ميثايل Imazamethabenz-methyl
١٨٨
إيمازوسلفورون Imazosulfuron ١٨١
الإيمدازولينون Imidazolinone ١٨٩، ١٩٠
إيميداكلوبريد Imidaclopride ١٤، ٢٨٦

أيوكسينيل Ioxynil ١٧٥، ١٨٥
البارأوكسون Paraoxon ٧٧، ٢٩٩، ٣٠٠، ٣٢١، ٣٢٢، ٣٢٩، ٣٣٤، ٣٦١

ب

الباراثيون Parathion ١٣، ٦٩، ٧٧-٨٠، ٣٢١، ٣٤٥
الباراكوات Paraquat ١٣، ١٦٦
البارانيتروفينول p-nitrophenol ٣٦٢
باربان Barban ١٨٦
الباسودين ٨٥،٢٥٩
بايفينثرين Bifenthrin ٢٠٧
البيرونيل بيوتوكسيد ٤٧
البيرونيل بيوتوكسيد Pipronyl Butoxide ٤٧، ٥٠، ١٠٨
بدائل المبيدات التقليدية ٢٨٣
البراديفيكوم ٢٤٧
براديفيكوم ٢٤٧
البرثان Perthane ٥٨
البروبرجيت Propargite ٢٠٠
بروبكسير Propoxur ٩٩
البروثرومبين ٢٤٨، ٢٥٠-٢٥٢
البروثرومبين Brothrombine ٢٤٤، ٢٤٦، ٢٤٨، ٢٥٠-٢٥٢
البرولان Prolan ٥٨
بروماديلون Bromadiolone ٢٤٥، ٢٤٧، ٢٤٨
بروموبروبيليت Bromopropylate ١٩٦
بروموكسينيل Bromoxynil ١٧٤، ١٧٥، ١٨٥
البروميثلين Bromethalin ٢٤٠، ٢٤١
بروميد الميثايل Methyl bromide ١٢، ١٣٩، ١٤٠، ٢١٢، ٢١٣، ٢٢١
البريميفوس-ميثايل Pirimiphos-methyl ٨٤، ٨٥
البزاقات Slugs ١٠٠، ١٠٤، ٢٢٢، ٢٢٣، ٢٢٥
بصل العنصل Red Squil ٤، ٢٣٦، ٢٣٧
بصل العنصل الأحمر *Urginea (Scilla) maritime* ٢٣٦
بكتريا *Bacillus thuringiensis* ١٤
بلاستيك أسفنجي ٢٨
بلاستيك غير ممدد ٢٨
بلاستيك ممدد ٢٨
بنالاكسيل Benalaxyl ١٤٥، ١٤٦
بندون Pindone ٢٤٥، ٢٥٠
بنديمثالين Pendimethalin ١٨٤
البنديوكارب ٢٨٢، ٢٨٧، ٣٦١، ٣٧٣
البنزليت Benzilate ١٩٦
البنزويل يوريا Benzoyl Urea ٢٨٤
بنسيوليد Bensulide ١٦٣
البنليت Benlate ١٤١، ٢٥٨، ٢٦٠
البوراكس Borax ٤١، ١٥٧، ١٥٨
البورون ١٥٨
بولي فينيل كلوريد PVC ٢٨
بولي ناكتينز Polynactins ٢٠٥، ٢٠٦

البياض الدقيقي ٤٢
بيرازوفوس Pyrazophos ١٤٣
البيرثرم (Chrysanthemum=Pyrethrum) cinerariaefolium ٤٧، ٥٠، ١٠٥
البيرثرويدات Synthetic Pyrethroids ١٠٥، ١٠٦
بيرثرين Pyrethrin ٤٧
البيرثريـن(١) I Pyrthrin I ٤٨، ٤٩
البيرثـرين(٢) II Pyrthrin ٤٨، ٤٩
البيرثرينات Pyrethrins ٤٧، ٤٩، ٥٠، ١٠٥، ١٠٦،
البيرثرينات الطبيعية ١١، ٣٨، ٥٠
البيرثرينات المصنعة (البيروثيريدات) Pyrethroids ١٤، ٣٧، ٤٧، ٤٩، ١٠٥، ١٠٦، ٢٠٦، ٢٠٧
بيرمثرين Permethrin ١٠٩
البيروثرولون Pyrethrolone-(+) ٤٨
بيروفوس ٣٤٨
البيرولان Pyrolan ١٣، ٩٧
بيريميدفين Pyrimidifen ٢٠٣
بينامين Pynamin ١٠٥
بينكونازول Penconazole ١٤٤
بينوميل Benomyl ١٢١، ١٤١
البيوألثرين Bioallethrin ١٠٨
بيوتيليت Butylate ١٦٤
البيوريزمثرين Bioresmethrin
البيولان Bulan ٥٨

ت

تاو-فلوفالينات tau-fluvalinate ٢٠٨
ترادیفون Tetradifon ١٩٧
التتراكلورفينفوس Tetrachlorvinphos ٨٣، ٨٤
التترامثرين Tetramethrin ١٠٥، ١٠٨
تجهيز المستحضرات Formulation ٢٢
تحفيز أو ترقية أو تعزيز Promotion ٣٢٤، ٣٢٨
التحكم المتكامل لآفات النخيل Integrated Pest Management of Date Palm ٢٥٥
تراي فلوميورون ٣٧٣
الترای كلورفون Trichlorfon ٧٤، ٧٥
تراي ملتوكس ٢٦٠
ترايفلورالين Trifluralin ١٧٢، ١٧٣
ترايفلوميورون Triflumuron ٢٨٤، ٢٨٨
ترايكلورنات ٣٤٨، ٣٦٠
الترايكلورنيت ٢٩٥
ترايكلوروفون ٣٤٨
تربين مكلور Chlorinated terpene ٦٦
تركيز التأثير العكسي غير الملاحظ No observed adverse effect concentration (NOAEC) ٣٣٨
التريفلان ١٤
تضخم Biomagnification ١٧
التعرض الغذائي Dietary exposure ٣٥٤
التعرض الكلي عن طريق الغذاء Total diet study ٣٥٤

التعرض الوظيفي Occupational exposure
٣٤١، ٣٤٢، ٣٦٢، ٣٦٣

التعرف على الخطر Risk identification ٣٣٩-
٣٤٢

تفلوبنزيرون Teflubenzuron ٢٨٤، ٢٨٧

تقييم التعرض Exposure Assessment ٣٣٩-
٣٤١، ٣٥٣

تقييم الخطر Risk assessment ٣٣١، ٣٣٧-
٣٣٩، ٣٥٦، ٣٦٧، ٣٦٨، ٣٧٠

تقييم العلاقة بين الجرعة والاستجابة Dose-Response Assessment ٣٣٩-٣٤١، ٣٤٩

تقييم مخاطر البيئة Ecological Risk Assessment
٣٣٩، ٣٦٩، ٣٦٦

التمفوس Temephos ٨٢

بارا-تلوين سلفون أميد *P*-toluene sulfonamide
١٣٥

بارا-تولوين سلفونيل فلوريد p-toluenesulfonyl fluoride ٣٢٩

التوكسافين ١٣

توكسافين ١٣، ٣٧، ٦٤، ٦٦، ٦٨، ٣٤٢

توكسيكارول Toxicarol ٥١

٢, ٤, ٥-تي 2,4,5-T ١٤

تي دي إي TDE ٥٧، ٣٥٥، ٣٥٤

تيربوفوس Terbufos ٢٢٠

تيفلوبنزيرون ٣٧٣

التيلودرين Telodrin ٦٤، ٦٦، ٦٧

ث

ثالث أكسيد الزرنيخ Arsenous oxide ٢٣٤

ثالث كلوريد الإيثان Trichloroethane ٥٩، ٦٠

ثالثيون ٣٦٠

١, ٢-ثاني كلوروبروبين ٢١٢

ثاني (٢-هيدروكسي-٥-كلورةفينايل) كبريتيد bis[2-hydroxy-5-chlorophenyl] sulfide

ثاني أوكتيايل فثالات DOP ٢٨

ثاني بروموكلوروبروبان ٣٤٣

١, ٢-ثاني برومو ٣-كلوروبروبان 1,2-dibromo 3-choropropane ٢١٢، ٢١٣

١, ٣ -ثاني كلوروبروبين 1,3-dichloropropene
١٣٩، ٢١٢-٢١٥

ثاني بروميد الإيثلين Ethylene dibromide
٢١٣، ٢١٢، ٢١٦

ثاني بيوتيل ثاني كلوروفينيل فوسفات ٣٢٣،
٣٣٠

ثاني بيوتيل ثاني كلوروفينيل فوسفيت ٣٢٦،
٣٣٠

االثيرام Thiram ١٥، ١٢، ١٢٥، ١٤١، ١٤٣

ثاني ثيوكاربامات Dithiocarbamates ١٢، ١١٥
، ١٢٤، ١٢٦

ثاني كبريتد الكربون ١٢، ٢١٢

ثاني كلوريد الإيثان Dichloroethane ٥٩

ن،ن- ثاني ميثايل كاربامات *N,N*-dimethyl carbamate ٩٧

ثاني نيتروأنيلين Dinitroaniline ١٨٤
٧ , ٨-ثاني هيدروروتينون -7,8
Dehydrorotenone ٥١
ثلاثي أريل فوسفات ٢٩٦، ٣١٥، ٣١٦
ثلاثي فينايل فوسفيت TPP ٢٩٤، ٢٩٥، ٣١١، ٣٢٣
ثلاثي كريزيل فوسفيت ٢٩٤
٣ , ٥ , ٦-ثلاثي كلوروبيريدين-٢-أول
3,5,6-trichloropyridin-2-ol ٨٧
ثلاثي-أورثو-كريزيل فوسفات TOCP ٢٩٣، ٢٩٥-٢٩٧، ٣٠٣، ٣٠٥، ٣٠٧-٣٠٩، ٣١٥، ٣١٦، ٣٣٣
ثنائي البروم الإيثلين ١٤
ثنائي الصوديوم ميثان زرنخنيت Disodium methanearsonate ١٦١
ثنائي الصوديوم ميثان زرنخنيت DSMA ١٦١
ثنائي الكبرتيد disulphides ١٢٤
ثيرام ثنائي الكبرتيد Thiuram disulphides ١٢٤
الثيودان Thiodan ٦٤، ٦٦، ٦٧
ثيودان Thiodane ٦٤
الثيودايكارب Thiodicarb ١٠٤
ثيوسيانات الأمونيوم ١٥٧
ثيوسيانات الأمونيوم ١٥٩
الثيوسيانات العضوية ١١٥
الثيوسينات ١٢، ١٣٤
الثيوفوس Thiphos ٧٧
ثيوكربوكسيم Thiocarboxime ٢٢١
الثيوميتون Thiometon ٩٢

ج

الجاسملون (+)-Jasmoline ٤٨
الجاسمولين(١) Jasmolin I ٤٨، ٤٩
الجاسمولين(٢) Jasmolin II ٤٨، ٤٩
الجامكسان Gamaxane ٦٠
الجراد الأحمر ٢٦٣
الجراد البني ٢٦٣
الجراد الصحراوي Desert locus ٢٦٣، ٢٦٥، ٢٦٧، ٢٧٣
الجراد المهاجر Migratory locust ٢٦٣، ٢٨٦
الجرعة المرجعية (Reference dose (RfD ٣٣٩، ٣٤٩
الجرعة المستنتجة تجريبياً
Benchmark dose (BMD) ٣٤٠، ٣٥٠
الجرميسان Germisan ١٢١، ١٢٢
جريسوفولفين Griseofulvin ١٣٨
جلوفوسينات Glufosinate ١٧٠
جليفوسيت Glyphosate ١٤، ١٦٩
الجليودين Glyodin ١٣٥، ١٣٦

ح

حامض السلفاميك Sulphamic acid ١٥٩
حامض الكارباميك Carbamic acid ٩٥
حامض الكاكوديليك Cacodylic acid ١٦٢

حامض أميدو سلفونيك Amidosulphonic acid ١٥٩
حامض ثاني كلوروفينيل كريزانثميك dichlorovinyl crysanthemic acid ١٠٦
حامض فاركس Farkas acid ١٠٦
الحد الأقصى من المتبقيات المسموح بتواجدها على مادة غذائية Maximum residue limit (MRL) ٣٤٠، ٣٥٧، ٣٥٨، ٣٧٥
الحد المسموح بتناوله يومياً Acceptable Daily Intake (ADI) ٣٤٢، ٣٤٩، ٣٥٦-٣٥٨، ٣٧٢
الحد المسموح به للتعرض Permissible exposure limit (PEL) ٣٤٠
الحد النظري المسموح بتناوله يومياً Theoretical maximum daily intake (TMDI) ٣٤٠
حركية المادة السامة Toxicokinetic ٣٥٩، ٣٦١
حشيشة الخربق ١١
حمض البوريك ٤١
حمض البيرثريك Trans-Pyrethric acid-(+) ٤٨، ٤٩
حمض الكبرتيك Sulfuric acid ١٥٧، ١٦٩، ٢٤٣
حمض الكريزانثميك Trans-Chrysanthemic-(+) acid ٤٨، ٤٩، ١٠٦، ١٠٧
حمض ثاني ثيوكارباميك Dithiocarbamic acid ١٢٤
حمض ثاني ميثايل الزرنخيك Dimethylarsinic acid ١٦٢
حمض ثلاثي الكربوكسيل Tricarboxylic acid ٢٣٨
خامس كلوريد الفينول (PCP) Pentachlorophenol ١٢، ٢٢٣

خ

خطط طوارىء مكافحة الجراد ٢٧٠، ٢٧١
خطط مكافحة الجراد ٢٦٩
خلات الثاليوم ٤١
خلات الفينايل زئبقيك PMA ١٦١
خلات النحاس ٣٨
خلات زئبقيك الفينايل (PMA Phenylmercury acetate) ١٢٢، ١٦١
خلايا ليمفاوية Lymphocytes ٣٣٢، ٣٣٥
خلايا ليمفاوية Lymphocyte ٣٤٨

د

الدازوميت Dazomet ٢١٢، ٢١٤
الدافيثالون ٢٤٧، ٢٤٩
دايأميدوفوس Diamidfos ٢١٩
داي كروتوفوس ٣٦١
الداي كلوروفوس Dichlorvos ٧٤، ٧٦، ٢٩٥، ٣٤٥
الدايازينون Diazinon ١٣، ٨٥، ٨٦، ٢٢١، ٣٤٥، ٣٥٥

دايفاثينون Diphacinone ٢٤٥، ٢٥٠
الدايفلوربنزيرون Diflubenzuron ٢٨٤، ٢٨٧، ٢٨٨، ٣٧٣
دايفنزوكوات ميتلسلفات metilsulfate Difenzoquat ١٨٧
الدايفيثالون Difethialone ٢٤٩
دايفينكوم Difenacoum ٢٤٥، ٢٤٧
دايفينوكونازول Difenoconazole ١٤٤، ١٤٥
دايكابثون Dicapthon ٧٨، ٧٩
دايكامبا Dicamba ١٧٨
دايكلوفوب-ميثايل Diclofop-methyl ١٨٤، ١٨٥
دايكوات Diquat ١٦٥
الدايكوفول Dicofol ١٠، ٥٨، ١٩٥، ٢٥٩، ٢٩٥، ٣٤٥، ٣٦٧
الدايلدرين Dieldrin ١٣، ١٤، ٣٧، ٦٤، ٦٥، ٢٧٥، ٢٨١، ٣٤٢، ٣٥٤، ٣٥٥
الدايموثويت Dimethoate ٩٠، ٩١
الدايموفوكس Dimefox ٨٩
دايورون Diuron ١٦٧
دايوكساكارب Dioxacarb ٩٩
الدريس *Derris chinensis* ٥٠
دلابون Dalapon ١٨٨
الدلتامثرين Deltamethrin ١١١، ٢٨٢، ٢٨٦، ٣٧٣
الدوجلين Deguelin ٥١
دورة حياة الجراد ٢٦٩
دي إف بي DFP ٣٠٣، ٣٠٥، ٣٠٦، ٣١١، ٣١٢، ٣٢١-٣٢٧، ٣٢٣، ٣٢٩، ٣٣٤
دي إم بي إيه DMPA ١٦٣
٢، ٤-دي 2,4-D ١٣، ١٧٦، ١٧٧
دي إم سي DMC ١٩٤
دي دي إي DDE ٥٩، ٣٤٤، ٣٤٥، ٣٥٤، ٣٥٥، ٣٦٤، ٣٦٧
دي دي تي DDT ٢، ٣، ٩، ١٠، ١٢، ١٣، ١٥، ١٧، ١٩، ٣٦، ٥٤-٦٢، ٦٧، ٦٨، ٣٤٢، ٣٤٤، ٣٤٥، ٣٥٤، ٣٥٥، ٣٦٤، ٣٦٦، ٣٦٩، ٣٧٠
دي دي دي DDD ١٧، ٥٧
دي دي في بي DDVP ٧٥
دي سي بي إم DCPM ١٩٤
الدياثين Diathane ١٣٠
الديازينون ٢٢١، ٣٤٥، ٣٥٥
الديبتركس Diptrex٧٤، ٣٠٣، ٣٢١، ٣٣٣
دي-فينوثرين d-phenothrin ١٠٥
ديكامثرين Decamethrin ١٠٦
الديمتان Dimetan ٩٥
الديمتون Demeton ٨٩، ٩٠
الديمتون-أس Demeton-S ٨٩
ديمتون-إس-ميثايل Demeton-S-methyl ٩٠
الديمتون-أو Demeton-O ٨٩
ديميت Dimite ١٩٤
دينوسب Dinoseb ١٧٩
دينوكاب Dinocap١٤٨، ١٤٩
دييت DEET ١٣

ر

رابع إيثايل بيروفوسفات
(Tetraethylpayrophosphate (TEPP ١٢، ٦٩
، ٧١
رابع كلوريد الإيثان 2,1,1,1-tetrachloroethane
٥٩
رابع ميثايل الثيرام ثنائي الكبريتيد
Tetramethylthiuram disulphide (TMTD) ١٢٥
رش أسراب الجراد الطائرة ٢٩٠
رش أسراب الجراد المستقرة Milling ٢٨٩
الرش بالحجم الصغير Low volume spraying
((LV ٢٩
الرش بالحجم الكبير High Volume Spraying
((HV ٢٩
الرش بالحجم المتناهي في الصغر
Ultra Low Volume Spraying (ULV) ٢٢، ٢٤،
٢٦، ٣٠، ٣٣، ٥٠، ٧٨، ٨٠، ٨٥-٨٨،
٩١-٩٣، ١٠١، ١١٠-١١٢، ٢٠٦، ٢٠٨،
٢٦٣، ٢٧٠، ٢٧٢، ٢٧٧-٢٧٩، ٢٨٥،
٢٨٦، ٢٨٨
الرش بالطائرات Aerial Spraying ٣٠
رش تجمعات أو كتل الجراد Blocks ٢٨٩
الرش في حواجز ضد مجموعات الحوريات
Barrier Spraying ٢٨٩
رش مجموعات الحوريات المفردة ٢٨٨
الرقائق Flakes ٢٨
الروتينون Rotenone ١١، ٣٧، ٥٠-٥٢
الرونيل Ronnel ٩٣، ٩٤
الريانا Ryania ٥٤
الريانودين Ryanodine ٥٤
ريجنت Reagent ٢٥٨، ٢٥٩، ٢٨٦
الريزمثرين Resmethrin ١٠٥

ز

الزئبق ٣٨
زئبقي ميثايل ثاني سيانو ثنائي الأميد
Methylmercury dicyandiamide ١٢٣
الزرنخيت ١١، ٣٨
زرنخيت الصوديوم Sodium arsenite ١٥٧
زرنخيت النحاس ٣٨
الزرنيخ ٤، ١١، ٣٦، ٣٨، ٤١، ١٣٩، ١٥٧،
١٦١، ٣٤٩
زرنيخات الرصاص ١٢، ٣٨، ٣٩
زرنيخات الكالسيوم ٣٩، ٦٤
زيت الرش Spraying oil ٢٠٩
زيت السترونيلا ١٢، ٤٢
زيت السمسم ١٣، ٤٢
زيت الفولك Volck oil ٢٠٩
زيت القرنفل ٤٢
زيت الكافور ٤٢
زيت المنتور ٤٢
زيت النيم ٤٢

الزيرالينون ١١٣
الزيرام Ziram ١٢٦-١٢٨
زينب Zineb ١٣، ١٢٩، ١٣١
الزيوت ٤١
زيوت الأسماك ١١
الزيوت البارافينية ٤٢
الزيوت البترولية Petroleum Oils ٢٠٩
زيوت التشحيم ٤٢
زيوت الخلط ٤٦
زيوت الرش ٤٣-٤٥
الزيوت القابلة للمزج ٤٧
الزيوت القطرانية ٤٢
الزيوت المعدنية والبترولية ١١، ٤٠-٤٢، ٤٥، ٢٠٩
الزيوت النباتية ٤٢
زيوت رش شتوية ٤٣، ٤٥
زيوت رش صيفية ٤٣، ٤٥

س

سادس كلورو الهكسان الحلقي HCH ٦٠، ٦١، ٣٤٥
سادس كلوريد البنزين
Benzene Hexachloride (BHC) ١٣، ٦٠، ٦٢
سالانين Salannin ٢٨٣
سايهكساتن Cyhexatin ١٩٨
ستراكنين Strychnine ٢٣٧
ستربتوميسين Streptomycin ١٣٦، ١٣٧
سرسيان Ceresan ١٢٢
سرعة تحرك آلة الرش Forward speed ٢٧٩
السستوكس Systox ٨٩
سكيليروسيد Scilliroside ٢٣٦
السلسلة الغذائيةFood Chain ١٧
السلفامات Sulphamates ١٥٩، ١٦٠
السلفوتيبSulfotepp ٧١، ٧٢
السلفون أميد Sulfonamide ١١٥، ١٣٥
السلفونيل يوريا Sulfonyl urea ١٨١، ١٨٢
السليكاجيل ٣٦، ٤١
السموم الفطرية Mycotoxins ١١٣
سمية عصبية متأخرة Delayed Neuropathy ٨١، ٨٢، ٢٩١-٢٩٦، ٢٩٩-٣٠١، ٣٠٣، ٣٠٤، ٣٠٦-٣١٢، ٣١٥-٣٣٥، ٣٤٧، ٣٥٢، ٣٦٠، ٣٦١
سمية عصبيةNeurotoxicity ٣٧
السنيرولون Cinerolone-(+) ٤٨
سوماترول Sumatrol ٥١
سيانات البوتاسيوم ١٥٩
سيانوفينوفوس أوكسون Methy-cyanofenphos oxon ٣١٣
سيانوفينوفوس Cyanofenphos ٢٩٥، ٣٦٠
سيانيد البوتاسيوم ١٥٧، ١٥٨، ٢٤٣
سيانيد الصوديوم ٢٤٣
سيانيد الكالسيوم ١٢
سيانيد الهيدروجين ١٢، ٢٤٢، ٢٤٣
السيبرمثرين Cypermethrin ١٠٦، ١١٠

السيكلوهكساميد Cycloheximide ١٣٧
سيمازين Simazine ١٧١، ١٧٢
سيميازول Cymiazol ٢٠٠
السينيريـن(١) Cinerin I ٤٨، ٤٩
السينيريـن(٢) Cinerin II ٤٨، ٤٩

ش

الشراداان Schradan ٦٨، ٨٩
شلل الزنجبيل Ginger paralysis ٢٩٣

ص

الصابون ١١، ٤٢، ٥٢

ط

طرطرات البوتاسيوم والأنتيمون ٣٨، ٤١
طرق مكافحة الجراد ٢٧٤
طيف قطرات الرش ٢٧٨

ع

عرض مجرى الرش Swath width ٢٧٩
عمليات مكافحة الجراد ٢٦٩، ٢٧٣

غ

غاز السيانور ٢٤٣
غاز الفوسفين Phosphine ٤٠، ٢٣٥
غسيل رأسي للتربة Leaching ١٧٣

ف

الفابام Vapam ١٢٦
الفابونا Vapona ٧٥
فايديت Vydate ٢٦
الفبرونيل Fipronil ١٤، ٢٥٩، ٢٨٥، ٢٨٧، ٣٧٣
الفحم النباتي ٤١
الفربام Ferbam ١٢٦، ١٢٧
الفرمونات Pheromones ٢٨٣، ٢٨٤
الفستوكس Phostox ٤٠، ٢٥٢، ٢٥٩
فصيلة النطاطات *Acrididae* ٢٦٧
فطر الاسبرجلس *Aspergillus nigra* ١١٤

فطر البيوفاريا *Beauvaria bassiana* ٢٨٥
فطر الفيوزاريوم ٤٢
فطر الميتاريزم *Metarhzium anisopliae* var. *acrider*
٢٨٤، ٢٨٥، ٢٨٧، ٣٧٣
فلوازيفوب-بيوتيل Fluazifop-butyl ١٨٥، ١٨٦
فلوألومينات الصوديوم ٤٠
الفلوروأسيتاميد Fluoroacetamide ٢٣٩
فلوروخلات الصوديوم Sodium Fluoroacetat ٢٣٨
فلوريد الباريوم ٣٩
فلوريد البوتاسيوم ٣٩
فلوريد الصوديوم NaF ٣٩، ٤٠
فلوريدات السلفونيل Sulfonylfluorides ٣١٢
فلوسليكات الصوديوم ٣٩
فلوكومافين Flocoumafen ٢٤٧، ٢٤٨
الفنثويت Phenthoate ٨٢، ٨٣
فنثيون ٢٥٩
الفنثيون Fenthion ٨٠،٦٩، ٢٥٩
الفورمالدهيد Formaldehyde ١٢٣، ١٣٨
فورمالين ١٢٤، ١٣٨
الفوريت Phorate ٩١، ٢٢١
الفوسفات Phosphate ٦٩
فوسفات الحديديك Ferric phosphate ٢٢٢
فوسفات ساليجنين الحلقي Saligenin Cyclic
Phosphate ٣٠٤، ٣٠٥، ٣٠٨
الفوسفوروأميدوثيوليت
Phosphoroamidothiolate ٧٠
الفوسفوروأميدوثيونيت
Phosphoroamidothionate ٦٩
الفوسفوروأميديت Phosphoroamidate ٧٠
الفوسفوروثاني إيميديت Phosphorodimidate ٦٩
الفوسفوروثاني ثيوليت Phosphorodithiolate ٧٠
الفوسفوروثاني ثيويت Phosphorodithioate ٧٠
الفوسفوروثيوليت Phosphorothiolate ٧٠
الفوسفوروثيونوثيوليت
Phosphorothionothiolate ٧٠
الفوسفوروثيونيت Phosphorothionate ٦٩
الفوسفوروثيويت Phosphorothioate ٦٩
الفوسفوروكريزوت ٢٩٣
الفوسفونايت Phosphonate ٧٠، ٨١
الفوسفونوثيونوثيوليت Phosphonothionothiolate ٧٠
الفوسفونوثيونيت Phosphonothionate ٧٠
فوسفيد الألومنيوم ٤٠، ٢٣٥
فوسفيد الزنك Zinc Phosphide ٤٠، ٢٣٥، ٢٣٩
الفوسفيل Phosvel ٨١
فولبت Folpet ١٣٣، ١٤٧
فيتامين د٢ Vitamin D_2 ٢٤١
فيتامين د٣ Vitamin D_3 ٢٤٢
فيتامين ك Vitamin K ٢٤٣
فيرابامیل Verapamil ٣٢٥
الفيسوستجمين Physostigmine ٩٥
فيناميفوس Fenamiphos ٢١٧-٢١٩
الفينانثراسين Phenanthracene ١١٤
الفينايل بيرازول Phenyl Pyrazole ٢٨٥
فينايل ساجنين فوسفات
Phenyl Saligenin Phosphate (PSP) ٣٠٩، ٣١٥،
٣١٩، ٣٢٠، ٣٢٤، ٣٢٥، ٣٢٧، ٣٣٤

الفينايل فاليريت PV ٢٩٩، ٣٠٦، ٣٢٧، ٣٢٩، ٣٣٠
فينايل ميثايل سلفونيل فلوريد PMSF ٢٩٦، ٣٠٦، ٣١٢، ٣١٧، ٣١٨، ٣٢١-٣٢٩
فينبروباثرين Fenpropathrin ٢٠٦
فينبيوتاتن-أوكسيد Fenbutatin-Oxide ١٩٩، ٢٠٦
الفينتروثيون Fenitrothion ٦٩، ٧٩، ٢٨٢، ٢٨٥، ٢٨٧، ٣٧٣
فينسلفوثيون Fensulfothion ٢١٧، ٢١٨
الفينفاليريت Fenvalerate ٧٩، ١٠٦، ١٠٧، ١١٢
فينوبيوكارب Fenobucarb ٢٠٦
الفينوثرين Phenothrin ١٠٥
فيومارين ٢٤٥

ق

القطران ٤٢، ٢٩٣
قنوات ضخ الصوديوم Sodium Pumps ٥٠
القواقع ذات الصدفة Snails ١٠٠، ٢٢٢، ٢٢٣، ٢٢٥
قيمة الحد الأقصى Threshold limit value (TLV) ٣٤٠

ك

الكابتافول Captafol ١٣٣
الكابتان Captan ١٣، ١١٥، ١٣٢، ١٣٣، ١٣٤، ١٤٣
الكابتان ١٣، ١٤٧
الكابتان ١٤٧
كادوسافوس Cadusafos ٢١٩
الكارباريل Carbaryl ١٣، ٩٦، ٩٧، ٢٥٩، ٣٤٥، ٣٦٠
الكارباميل سلفونيت ٣١١
كاربوسلفان Carbosulfan ١٠١
كاربوفيوران Carbofuran ٢١١، ٢١٧، ٣٦٠
كاسيات البذور Seed dressing ٢٧
الكالثين Kelthane ١٠، ٥٩، ١٩٥
الكبريت Sulfur ١، ٤، ٧، ١١، ١٢، ٢٠، ٣٨، ٣٩، ٤١، ٦٢، ٦٤، ٧٣، ١٠١، ١١٥، ١١٦، ١١٩، ١٢٠، ١٢٤، ١٣٤، ٢٥٩، ٢٠٠، ٣٥٦،
الكبريت الجيري ٦٤
كبريت الزهر ١١٩
الكبريت الغروي ١١٩
الكبريت الميكرونى المعلق ١١٩
الكبريت ثنائية الفينايل ١١٥، ١٣٤
كبريتات الأمونيوم Ammonium Sulfate ١٥٩، ١٦٠
كبريتات الثاليوم ٤١
كبريتات الزئبقيك والكلوروفينول ١٢١
كبريتات النحاس Copper sulfate ١٢، ٢١، ١٥٧، ١٥٩، ٢٢٢
كبريتات النيكوتين ١٢
كبريتات حديدوز Ferrous Sulfate ١٥٧، ١٥٩
الكبسولات الدقيقة Microcapsules ٢٨
كتاب الربيع الصامت ٢، ١٤، ٣٣٧

كربندازيم Carbendazim ١٤١، ١٤٢
كربوكسين Carboxin ١٤٢، ١٤٣
كربونات الباريوم ٢٣٣
كربونات كالسيوم ٤١
كربونات ماغنسيوم ٤١
الكريزوت ٤٢، ٤٥
كريسوكسيم-ميثايل Kresoxim-methyl ١٥٠
الكريوليت ٣٩
كلورات الصوديوم Sodium Chlorate ١٥٧
الكلورال ٥٥، ٢٤٠
كلورآلوز Chloralose ٢٣٩، ٢٤٠
كلوربنسيد Chlorbenside ١٩٤
الكلورديكون ٣٤٤
الكلوردين Chloradane ١٣، ٣٧، ٦٣-٦٥، ٦٨، ٣٥٤
كلورسلفيورون Chlorsulfuron ١٨٢
كلورفنسون Chlorfenson ١٩٤
كلورفنيثيول Chlorfenethol ١٩٤، ١٩٧، ١٩٨
كلورفيناثول Chlorfenethol ١٩٤، ١٩٧، ١٩٨
الكلوروأسيتاميد Chloroacetamide ١٨٣
الكلوروبكرين ١٢، ٢١٢، ٢١٣، ٢١٥، ٢٢١
كلوروبنزيليت Chlorobenzilate ١٩٥، ١٩٦
الكلوروبيروفوس Chlorpyrifos ٨٧، ٢٥٨، ٢٨٢، ٢٨٧، ٢٩٥، ٢٩٦، ٣٠٨، ٣٤٧، ٣٥٥، ٣٦١، ٣٧٣
الكلوروبيروفوس-أوكسون ٢٩٦، ٣٠٩
الكلوروبيكرين Chloropicrin ١٤٠
الكلوروثالونيل Chlorothalonil ١٤٩، ١٥٠
كلوروفاثينون Chlorophacinone ٢٥١
كلوروفاسينون ١٤
كلوريد البنزين ٥٥، ٦٢
كلوريد الزئبقوز Mercurous chloride ١٢٠، ١٢١
كلوريد الزئبقيك Mercuric chloride ١١، ١٢٠
كلوفينتيزين Clofentezine ٢٠٢
كوليكالسيفيرول Cholecalciferol ٢٤٢
كوماتتريل Coumatetralyl ٢٤٤-٢٤٦
الكومافوس Coumaphos ٩٤، ٣٣٤
كوماكلور Coumachlor ٢٤٤-٢٤٦
الكونفيدور ١٤، ٢٨٦
الكيتونات ١٢٣، ١١٥
الكيروسين ١٢، ٢٤٧، ٢٧٥

ل

لمبداسيهالوثرين Lambda-cyhalothrin ٢٨٢، ٢٨٧، ٣٧٣
اللندين Lindane ١٠، ٦٠-٦٣، ٦٨، ٣٤٢-٣٤٥، ٣٥٥، ٣٧١
ليبتوفوس Leptophos ٨١، ٢٩٥، ٣٣١، ٣٣٣، ٣٤٨، ٣٦٠
الليمونويد Lemonoids ٢٨٣
لينيورون Linuron ١٧٣، ١٨٠

م

مادة غريبة Xenobiotic ٣٥٨، ٣٥٩
مادة مسقطة للأوراق Defoliant ١٥٧، ١٥٨، ١٦٢، ١٦٥، ١٦٦، ١٨١
المانيب Maneb ١٣٠، ١٣١، ١٤٢
المبخرات Fumigants ١١٥، ١٣٨
مبيدات الآفات الحيوانية الفقارية Chemical used Against Vertebrates ٢٢٧
مبيدات الآفات الحيوانية اللافقارية Non-vertebrate Pesticides ١٩٣
مبيدات الأكاروس Acaricides ١٩٣
مبيدات الأكاروس الحيوية ٢٠٣
مبيدات الجراد التقليدية ٢٨١
المبيدات الجهازية الفطرية Systemic Fungicides ١١٥
مبيدات الحشائش Herbicides ١٥٣
مبيدات الحشائش العضوية Organic Herbicides ١٥٦، ١٦٤
مبيدات الحشائش العضوية المعدنية Organometallic Herbicides ١٥٦، ١٦١
مبيدات الحشائش غير العضوية Inorganic Herbicides ١٥٦، ١٥٧
مبيدات الفسفور العضوية ٦٨-٧٠، ٧٢، ٧٧، ٩٥، ٩٦
المبيدات الفطرية Fungicides ١١٣
المبيدات الفطرية الجهازية Systemic Fungicides ١٤١
المبيدات الفطرية العضوية ١١٥
المبيدات الفطرية غير العضوية ١١٥
مبيدات الفوسفور الجهازية الحيوانية ٩٣
مبيدات الفوسفور الجهازية النباتية ٨٨
المبيدات الفوسفورية الجهازية ٨٨
مبيدات القواقع Molluscicides ٢٢١
مبيدات الكاربامات ٩٥، ٩٦
مبيدات الكلور العضوية ٥٥
المبيدات الميكروبية Biocides ٢٨٣، ٢٨٤
المبيدات الميكروبية Biocides ٢٨٤
مبيدات النيماتودا Nematicides ٢٠٩
مبيدات النيماتودا غير المبخرات Non-fumigants ٢١١، ٢١٧
مبيدات حشائش إختيارية Selective herbicides ١٥٥، ١٦٤
مبيدات حشائش عضوية Organic herbicides ١٥٦
مبيدات حشائش غير اختيارية Non-selective herbicides ٢٤، ١٥٥، ١٥٦، ١٦٤
مبيدات حشائش غير عضوية Inorganic herbicides ١٥٦
المبيدات ذات الأصل النباتي Botanical Pesticides ٤٧، ٢٣٦
مبيدات سريعة المفعول Acute Poisons ٢٣٤
مجموعة الإنداندايون Indandiones ٢٤٥، ٢٤٩
مجموعة البنزإميدازول Benzimidazole ١٤١، ١٤٢
مجموعة الفوسفينيت phosphinate ٧٠

مجموعة الفينايل أميد Phenylamide ١٤٧
مجموعة الكيومارين Coumarin ٢٤٤، ٢٤٥
مخاليط المبيدات ٢٨٢
مخلوط برجندى Burgundy mixture ١١٦، ١١٧
مخلوط بوردو Bordeaux mixture ١٢، ٦٤، ١١٠-١١٧
مخلوط دي دي D-D mixture ١٣
المدخنات أو المبخرات Fumigants ٢١١، ٢١٢، ٢١٥
مدخنات للنياتودا Nematicidal Fumigants ٢١٢
مدخنات متعددة الأغراض Multipurpose Fumigants ٢١٢، ٢١٣
المدخنات Fumigants ١١٥
مرض حرب الخليج Gulf Syndrome ٣٣٥
مركب الإيثلين ثيويوريا Ethylenethiourea (ETU) ١٢٩-١٣١
مركب القصدير العضوية ١٩٨
مركب٢ , ٤-ثاني نيتروفينول 2,4-dinitrophenyl thiocyanate ١٣٤
مركبات البورون ٣٨، ٤١
مركبات الجيل الأول First generation compounds ٢٤٤
مركبات الجيل الثاني Second generation compounds ٢٤٧
المركبات الحلقية الكلورنية ثنائية عدم التشبع Cyclodienes ٦٣، ٦٦-٦٨
المركبات الحلقية غير المتجانسة Heterocyclic Fungicides ١٣٥
مركبات الزئبق ١٤
مركبات الزئبق العضوية Organomercuric compounds ١٢٠،
مركبات الزئبق العضوية Organomercuric compounds ١١٥، ١٢٠
مركبات الزئبق غيرالعضوية Inorganic mercury ١٢٠، ١٢١
مركبات السيلينيم ٤١، ٣٨
المركبات الفسفورية غير العضوية ١١
مركبات الفلور ٣٩
مركبات الفوسفور العضوية غير الجهازية ٧١
مركبات الفوسفور غير العضوية ٤٠
مركبات الكبريت ٢٠٠
مركبات الكبريت العضوية ١١٥، ١٢٤
مركبات الكبريت ثنائية الفينايل ١١٥، ١٣٤
مركبات الكبريت غير العضوية Inorganic sulfur ١١٩
المركبات المحتوية على مجاميع ثنائية الفينايل ١٩٤، ١٩٥
مركبات النحاس ١١٥، ١١٧، ١١٨، ١٤٧
مركبات النيترو و الأموركا (Nitro & Amurca) ١١
مركبات النيتروجين الحلقية غير المتجانسة ١١٥
المركبات النيتروجينية ٢٠١
مركبات تحتوي ألفا-سيانو α-cyano group ١١٠، ١١١
مركبات ثنائي النيترو ١٢
مركبات لا تحتوي ألفا-سيانو Non-α-cyano group ١٠٧

المساحيق القاتلة بالجفاف ٤١
المسافة بين مسارات الرش Track spacing ٢٧٩
مستحضرات البلاستيك ٢٨
مستحضرات التحرر المحكوم
Controlled release formulation (CRF) ٢٨
مستحضرات مضغوطة (الإيروسولات)
Aerosols ٢٧، ٢٨، ٣٥، ٤٧، ٥٠، ٧٥، ٧٧، ٨٦، ٩١، ١٠٠، ١٠٥، ١٠٨، ٣٦٢
مستحلبات الزيوت المركزة (المايونيز) ٤٦
مستخلصات الكوسيا Quassia ١١
مستقات الزرنيخ ١٦١
مستوى التأثير العكسي غير الملاحظ
No observed adverse effect level (NOAEL) ٣٣٩، ٣٤٩، ٣٥٣، ٣٥٦
مشابهات دي دي تي DDT isomers ٥٦، ٦٠
المشتقات البترولية ١٢
مشتقات الزئبق العضوية ١٦١
مشتقات حامض الفوسفوريك ١٦٣
المضادات الحيوية Antibiotics ١١٥، ١٣٦
المظهر الانتقالي للجراد Transiens ٢٦٧
المظهر الانفرادي للجرادSolitarious ٢٦٧، ٢٦٨
معامل الأمان Uncertainty Factor ٣٥٢، ٣٥٦، ٣٥٧
معلم حيويBiomarker ٣٥٨-٣٥٩، ٣٦٢
معوقات مكافحة الجراد ٢٧١
الملاأوكسون Malaoxon ٧٢-٧٤، ٣٣٤
الملاأوكسون أحادي الكربوكسيل ٧٤
ملاثيون Malathion ١٣، ٧٢، ٨١، ٢٥٩، ٢٦٠، ٢٨٢، ٢٨٧، ٣١٨، ٣٥٥، ٣٦١، ٣٧٣
ملح الجيوش المقدسBiblical armies salt ١١
مناطق الاتصال بين الخلايا في الأغشية الخلوية
Gap junctional intercellular communication (GJIC) ٣٤٤
منظمات النمو Growth regulators ٥، ١٧٦، ١٧٩، ٢٨٣، ٢٨٤، ٢٨٦
منظمة الأغذية و الزراعة FAO ٤، ٩، ٧٩، ٢٧٠، ٢٨٦، ٣٧٢
منظمة الصحة العالمية WHO ٧٩، ٣٧٢، ٣٧٤
المنكوزيب Mancozeb ١٣١، ١٤٢
مواد إضافية Adjuvants ٢٢
المواد الراتنجية ١٢
المواد المصححة Correctors ٣٨
مواد واقية Protective or Prophylaxis ٣١٢، ٣٢٤
موت خلفي Dying Back ٢٩٤
مونوكروتوفوس ٩٢، ٢٥٩، ٣٥٣
الميبافوكس Mipafox ٢٩٥، ٢٩٩، ٣٠٠، ٣٠٣، ٣٠٦، ٣١٧، ٣٢٩، ٣٣٠، ٣٤٨
ميتالاكسيل Metalaxyl ١٤٦، ١٤٧
ميتالاكسيل-م Metalaxyl-M ١٤٧، ١٤٨
الميتالدهيد Metaldehyde ٢٢٣، ٢٢٤
الميتام Metam sodium ١٣، ١٢٦، ٢١٢، ٢٢١
ميتوكسيورون Metoxuron ١٨٠، ١٨١
ميثاداثيون Methidathion ٨٧، ٨٨، ٣٤٥
ن- ميثايل كاربامات *N*-methylcarbamate ٩٥، ٩٦

الميثأميدوفوس Methamidophos ٢٩٥، ٣١٠، ٣١٢، ٣١٧، ٣١٨، ٣٢١، ٣٢٥، ٣٢٩، ٣٣٢، ٣٣٤، ٣٤٨

ميثان زرنيخات الألكايل أمونيوم Alkylammonium Methanearsenate ١٦٢

ميثايل أيزوثيوسيانات Methyl isothiocyanate ٢١٢، ٢١٤، ٢١٥

الميثايل-باراثيون Methyl-parathion ٧٨-٨٩

ميثايل- سيانوفينوفوس Methy-cyanofenphos ٣١٣

ميثايل- سيانوفينوفوس أوكسون Methy-cyanofenphos oxon ٣١٣

الميثوكارب Methiocarb ٢٢٥

الميثوكسي إيثايل خلات الزئبق Methoxyethylmercury acetate ١٢٢

الميثوكسي كلور Methoxychlor ٥٧، ٦٠، ٣٤٤، ٣٥٣

ميثوميل Methomyl، ١٠٢، ٣٦١

ميثيوكارب Methiocarb ١٠٠، ٢٢١

ميكانيكية إحداث الفعل السام Mechanism of action ٣٥٩

ميكساكاربات Mexacarbate ٩٨

ميكوبروب Mecoprop ١٧٨

ميلبيمكتين Milbemectin ٢٠٤



الناباِم Nabam ١٢٩، ١٢٨

نبات الريانا *Ryania speciosa* ٥٤

نباتات الفول السامة *Physosyigma venenosum* ٩٥

نترات النحاس Copper nitrate ١٥٧، ١٥٩

النحاس ٢٢٤، ١٥٩

نسبة المواد غير المكبرتة Unsulfonated Ratio (USR) ٤٤

١-نافثول 1-Naphthol ٩٧

نظام الطوارئ للوقاية من الأمراض والآفات الحيوانية العابرة للحدود EMPRES ٢٥٥

النفثالين ١٢

نورفلورازون Norflurazon ١٧١، ١٧٠

النورنيكوتين ٥٣

نيفيدايين Nifedipene ٣٢٥

نيكلوزأميد Niclosamide ٢٢٤

النيكوتين Nicotine ١١، ٥٢-٥٤

نيلد Naled ٧٦

نيماتودا تتطفل على النبات خارجيا Exoparasitic Nematode ٢١٠

نيماتودا تتطفل على النبات داخليا Endoparasitic Nematode ٢١٠

النيماجون Nemagon ٢١٢، ٢١٤، ٢٥٨

النيماكور Nemacur ٢٥٨، ٢٦٠

نيمبوليد Nimbolide ٢٨٣

نيمبين Nimbin ٢٨٣

نيوبينامين Neo-pynamin ١٠٥، ١٠٨

نيوتران Neotran ١٩٤

النيوزيما *Neosema locusta* ٢٨٥

نيونيكوتينويد Neonicotinoid ٢٨٦

هـ

هاليد السلفونيل ٣٢٤، ٣١١
هاليدات الألكيل ٢١٣ ، ٣٢٦، ٣٣٠
الهبتاكلور Heptachlor ١٤ ، ٦٣، ٣٤٤، ٣٤٥، ٣٥٥
٢ , ٤-هكسان دايون 2,4-Hexanedione ٣٢٨
الهيدروكسي كيومارين Hydroxy Coumarin ٢٤٤، ٢٤٥
هيدروكسيد كالسيوم ١١٦

و

وارفارين Warfarin ٢٤١ ، ٢٤٤-٢٤٦، ٢٤٨ ، ٢٤٩، ٢٥١
وصف الخطر Risk characterization ٣٣٩-٣٤١، ٣٦٥
وصف الخطر Risk characterization ٣٣٩
وكالة حماية البيئة EPA ٧، ٢١٣ ، ٢٩٦، ٢٩٧، ٣٧٤
يوديد الميثايل Methyl iodide ٢٢١
يوريا زئبقيك الفينايل Phenylmercury Urea ١٢٣

المؤلفان في سطور

أ. د خالد بن أحمد محمد عثمان

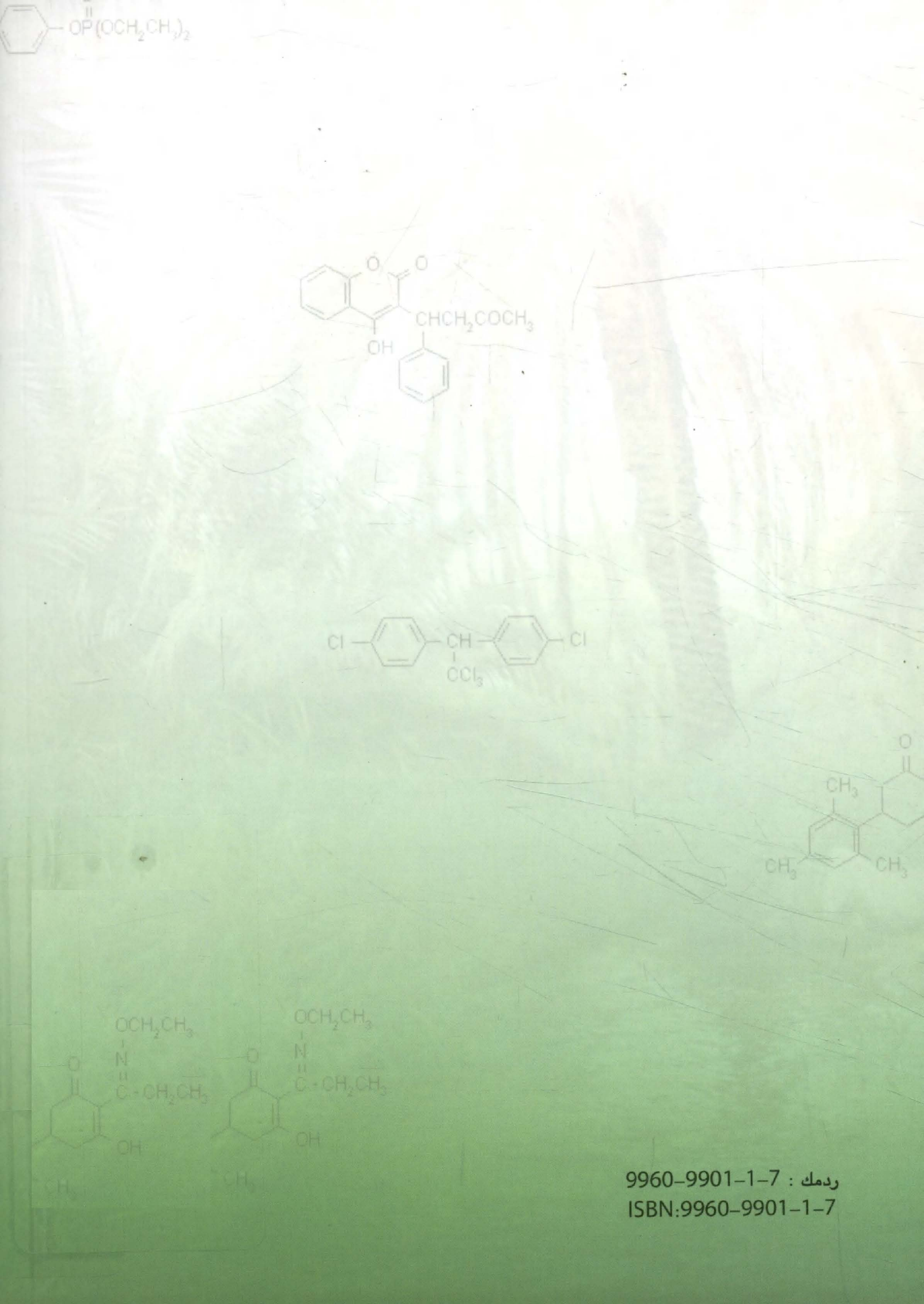


- ولد عام ١٣٨١هـ (١٩٦١م) بمدينة الإسكندرية- جمهورية مصر العربية.
- حصل على بكالوريوس العلوم الزراعية - تخصص وقاية نبات فرع كيمياء المبيدات - كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية عام ١٩٨٣م بتقدير ممتاز مع مرتبة الشرف الأولى.
- حصل على ماجستير في كيمياء وسمية المبيدات - كلية الزراعة-جامعة الإسكندرية عام ١٩٨٧م.
- حصل على الدكتوراه في كيمياء وسمية المبيدات - كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية بالاشتراك مع جامعة تكساس بأمريكا عام ١٩٩١م.
- عمل معيداً عام ١٩٨٣م، فمدرس مساعد عام ١٩٨٧، ثم أستاذ مساعد عام ١٩٩٢، ثم أستاذ مشارك عام ١٩٩٧م، فأستاذ عام ٢٠٠٢م في كيمياء وسمية المبيدات- كلية الزراعة-جامعة الإسكندرية.

د سليمان بن محمد الرحياني

- ولد عام ١٣٨٢هـ (١٩٦٢م) بمدينة عنيزة- القصيم- المملكة العربية السعودية.
- حصل على بكالوريوس العلوم الزراعية تخصص وقاية نبات-كلية الزراعة والطب البيطري- جامعة الملك سعود- فرع القصيم عام ١٤٠٦هـ.
- حصل على ماجستير في أمراض النبات-جامعة ولاية أيوا- الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٩٢م.
- حصل على درجة الدكتوراه في أمراض النبات النيماتودية من جامعة أيداهو- ولاية أيداهو/ الولايات المتحدة الأمريكية في عام ١٩٩٨م.
- عمل معيداً بكلية الزراعة والطب البيطري عام ١٤٠٧هـ، ثم أستاذا مساعدا بقسم وقاية المزروعات بكلية عام ١٤١٩هـ، فأستاذاً مشاركاً عام ١٤٢٥هـ.

- شارك و ساهم في عديد من المؤتمرات العلمية المحلية و الدولية.
- شارك وأشرف على عديد من المشاريع البحثية المحلية والدولية ورسائل الماجستير والدكتوراه.
- قام بنشر عديد من البحوث في المجلات المحلية والدولية.
- عمل كباحث زائر بجامعة تكساس-الفرع الطبي بالولايات المتحدة الأمريكية.
- عمل كأستاذ زائر بجامعة بادوفا-فرع الطب المهني بإيطاليا.
- عضو في عديد من الجمعيات واللجان العلمية.
- حصل على جائزة أول الخرجين عام ١٩٨٣م، منحة من الفولبريت، جائزة الدولة التشجيعية في العلوم الزراعية لعام ١٩٩٦م، نوط الامتياز من الطبقة الأولى عام ١٩٩٧م، جائزة الدولة في البحوث البيئية لعام٢٠٠١م، وعديد من شهادات التقدير من كلية الزراعة وجامعة الإسكندرية-جمهورية مصر العربية.
- تولى عديد من المناصب الإدارية في الكلية كرئيس لقسم وقاية المزروعات، ثم وكيل الكلية للشئون التعليمية.
- قام بنشر العديد من الأبحاث العلمية المنشورة في مجلات عالمية ومحلية. وله مساهمات في العديد من النشرات الإرشادية والدورات التدريبية واللقاءات العلمية في مجال وقاية النبات.
- شارك في العديد من اللجان العلمية المتخصصة.
- الباحث الرئيسي في المشروع البحثي رقم م ص-٤ - ٤١ الممول من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية.
- حصل على العديد من شهادات الشكر والتقدير لمساهماته في مجال خدمة البيئة والمجتمع، المشاركة في فعاليات أسبوع الجامعة والمجتمع الرابع بمناسبة اختيار الرياض عاصمة للثقافة لعام ٢٠٠٠م ونشاطات الجامعة احتفاء بمرور مائة عام على تأسيس المملكة العربية السعودية.



ردمك : 9960-9901-1-7
ISBN:9960-9901-1-7